

УДК 678.026.2.678

Производство ракетно-космической техники из композиционных материалов в ПАО «РКК» Энергия» им. С.П. Королёва

Алямовский Андрей Иванович

andrey.alyamovskiy@rsce.ru

Аккуратов Игорь Леонидович

igor.akkuratov@rsce.ru

Земцова Елена Владимировна^(*)

elena.zemtsova@rsce.ru

Романенков Владимир Алексеевич

vladimir.romanenkov@rsce.ru

Сеньковский Александр Николаевич

alexander.senkovsky@rsce.ru

ПАО «РКК «Энергия», Королёв, Московская обл., Россия

Аннотация. В докладе представлены данные о технологиях и конструкциях космической техники из композиционных материалов, разработанных и реализованных при создании изделий в ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, приуроченные к 70-летию основания первого и единственного в стране производства тепловой защиты пилотируемых космических кораблей.

Ключевые слова: теплозащитное покрытие, пилотируемый космический корабль, композиционный материал, телескопическая стрела, обтекатель, антенна, трехслойная панель

Введение. Надежная тепловая защита — основа успешного выполнения полетного задания любого космического корабля или ракеты. Малая дальность и скорость полета первых отечественных ракет Р-1 создаваемых на предприятии не приводили к перегреву элементов конструкции и не требовали специальной тепловой защиты. Но с ростом дальности полета ракеты Р-2 возникла необходимость тепловой защиты головных частей от аэродинамического перегрева на участках спуска. Впервые в конструкцию изделия было введено специально разработанное теплозащитное покрытие на основе жидкого стекла и термостойкого наполнителя. Недостаточная трещиностойкость и прочность сцепления с металлом головных частей, а также относительно невысокая термоустойчивость покрытия (при температуре свыше 1000 °С происходил быстрый унос материала покрытия с поверхности изделия) привели к необходимости разработки новых технологий и типов покрытий для стратегических межконтинентальных ракет.

Результаты выполненных работ. Коллективом сотрудников предприятия совместно с Ленинградским физико-техническим институтом, Всесоюзным институтом авиационных материалов создана тепловая защита головных частей ракет Р-5М, Р-11 с применением новых материалов на основе органических связующих и фенольно-каучуковых пенопластов, асботекстолита для изделий больших габаритов в форме конуса, цилиндра, сферы. Проведены работы, связанные с модернизированной ракетой М5РД, в ходе которых были испытаны головные части с новым видом теплозащитного покрытия, работа-

ющим с уносом массы на основе фенолформальдегидного связующего и наполнителей — карбида кремния и тканей из асбестового волокна. При этом впервые были освоены новые технологии пропитки и сушки теплозащитных заготовок, вакуумного формования, прессования, термообработки крупногабаритных и толстостенных элементов тепловой защиты. 1 февраля 1956 года был организован специализированный цех теплозащитных покрытий — цех № 1 и поставлена задача нанесения покрытий на головную часть знаменитой теперь «семерки» — первой в мире межконтинентальной ракеты Р-7. Впервые решалась столь масштабная и технически сложная задача по защите головной части длиной более 7 метров и массой 5,5 тонн, входящей в плотные слои атмосферы с первой космической скоростью 7900 м/с. Уникальность задачи состояла и в том, что технологии, материалы, конструкция создавались параллельно в сжатые сроки. Накопленный опыт, знания, сформированная база для производства тепловой защиты послужили основой создания аппаратов, возвращаемых на Землю с орбит искусственных спутников Земли в том числе и первого в мире спускаемого аппарата корабля «Восток» с первым в мире космонавтом Ю.А. Гагариным. В цехе создавались технологии и тепловая защита двигателей и элементов конструкции твердотопливных ракет РТ-1; РТ-2 из асботекстолита, стеклотекстолита и углеродных материалов. Для нанесения покрытий на днища баков и покрытий головной части впервые был применен метод автоклавного формования в крупногабаритном комплексе, изготовленном по специальному заказу. В цехе № 1 освоены технологии и организовано производство тепловой защиты спускаемого аппарата корабля «Союз», принципиально новой сегментной формы типа «фара» с парашютно-реактивным вариантом посадки и отделяемым лобовым теплозащитным экраном (лобовым щитом). Выполнены работы по изготовлению тепловой защиты спускаемого корабля «Союз», возвратившегося на Землю со второй космической скоростью и двукратным погружением в атмосферу Земли после облета Луны в составе орбитального комплекса «Зонд». Реализованные на практике новые технические решения и технологии по изготовлению тепловой защиты космических аппаратов, возвращающихся на Землю, стали производственной основой для создания последующих поколений кораблей, которая и в настоящее время является единственной в стране по изготовлению и нанесению теплозащитных покрытий на аппараты для пилотируемых полетов в космос [1]. Отработаны новые технологии изготовления и вакуумно-автоклавного формования лобового щита и теплозащитной оболочки из материалов с улучшенными теплофизическими свойствами на основе стекло-капроновых прошивных полотен в новом уникальном автоклавном комплексе с нейтральной рабочей средой, не имеющем аналогов по техническим параметрам [2]. Сформировавшаяся производственная база цеха № 1, оснащенная специализированным технологическим оборудованием, послужила основой, на которой реализовались уникальные проекты по созданию ракетно-космической техники из компози-

ционных материалов. Ярким достижением стало освоение производства стеклопластиковых элементов конструкции разгонных блоков. Корпус бустерного турбонасосного агрегата системы подачи жидкого кислорода ракетного двигателя, изготовленный методом литьевого прессования из прессматериала на основе стекловолокна и модифицированной фенолформальдегидной смолы является непревзойденным по сложности геометрической формы, обеспечивает высокую надежность, прочность и герметичность в условиях криогенных температур работая в жидком кислороде. Вал крыльчатки турбонасосного агрегата, трубопроводы, термомосты, стержни ферменной подвески бака, изготавливаемые методом намотки лент и нитей из стеклянных волокон стали одними из первых изделий из композиционных материалов конструкционного назначения, работающие в условиях интенсивного механического и теплового и низкотемпературного нагружения. Созданы новые технологии термовакуумного склеивания крупногабаритных трехслойных сотовых конструкций из углепластика, термокомпрессионного формования сложноконтурных профилей из стекло-углепластиков, изготовления и приклеивания тепловой защиты на основе вязально-прошивных стеклополотен и кремнийорганического связующего, неразрушающих методов контроля для производства конструкций из композитов МТКС «Энергия-Буран». С целью решения задачи обеспечения постоянной связи с экипажами орбитальных станций вне зоны радиовидимости с территории страны изготовлено параболическое зеркало из углепластика остронаправленной антенны с высокой точностью и размерной стабильностью отражающей поверхности в условиях космического пространства. Данное направление работ получило дальнейшее развитие при изготовлении крупногабаритных углепластиковых лепестков зеркала-концентратора в рамках проекта по созданию солнечной газотурбинной установки. Для передачи на Землю результатов исследований, проводимых на борту орбитальных станций, создана тепловая защита возвращаемой баллистической капсулы. Для обеспечения работ, выполняемых членами экипажа на станциях при выходе в открытый космос были изготовлены грузовые телескопические стрелы из гибридных композиционных материалов на основе углеродных и органических волокон. Уникальные технологии изготовления супертонких сетчатых обшивок и профилей из углеродных и стеклянных волокон методами намотки и термокомпрессионного прессования, высокотехнологичные способы склеивания крупногабаритных деталей из материалов с различными коэффициентами термического расширения позволили создать панели корпуса и солнечных батарей для космической платформы спутников серии «Ямал» и др.

Углепластиковые стержни, трубы, гибкие элементы силового каркаса составили основу первой трансформируемой космической антенны диаметром Ø12 м.

Заключение. В настоящее время сложилась устойчивая тенденция роста доли конструкций из композиционных материалов в составе изделий ракет-

но-космической техники. Это обстоятельство связано не только с требованиями технического прогресса, но и с технологическими и производственными достижениями реализованными при создании изделий из новых материалов в цехе № 1 ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва.

Список источников

- [1] Комков М.А., Галиновский А.Л., Тарасов В.А. и др. *Технологии производства и контроль качества композитных конструкций ракетно-космической техники. Создание конструкций из волокнистых композиционных материалов*. Старый Оскол, НТ, 2020, 344 с.
- [2] Тарасов В.А., Комков М.А., Романенков В.А. Технологические основы снижения длительности и повышения безопасности изготовления тепловой защиты спускаемых космических аппаратов. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2015, № 8, с. 35–43.