

УДК 621.778.2

Метод намотки в производстве изделий РКТ из композиционных материалов в ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва»

Аккуратов Игорь Леонидович^(*)

akkuratovigor1@gmail.com

Романенков Владимир Алексеевич

vladimir.romanenkov@rsce.ru

Имедадзе Григорий Александрович

imedadze@ya.ru

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

Аннотация. В докладе представлены данные об изделиях из композиционных материалов, разработанных в ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва» на основе метода намотки.

Ключевые слова: композиционный материал, «сухая» намотка, «мокрая» намотка, стеклопластик, углепластик, органический пластик

Введение. Намотка — технологический процесс, при котором непрерывный армирующий наполнитель в виде нитей, лент, жгутов, пропитанных полимерным связующим, наносится на оправку, имеющую конфигурацию внутренней поверхности изделия. После отверждения связующего изделия оправка удаляется. В некоторых случаях, например, в баллонах высокого давления, оправка становится элементом конструкции и остается внутри изделия [1].

Намоткой возможно изготовление и плоских изделий в виде листа или панелей. В зависимости от способа нанесения связующего на армирующий наполнитель различают «сухую» намотку, когда используется армирующий материал заранее пропитанный связующим (препрег) и «мокрую» намотку, когда пропитка связующим армирующего материала и его намотка совмещены [2].

Методы и материалы; результаты. Применение метода намотки изделий из композиционных материалов в РКК «Энергия» берет свое начало в середине 70-х годов прошлого века. Связано это было с необходимостью снижения теплопритоков к криогенному компоненту топлива от «теплых» элементов конструкции ракетного блока. Так как стеклопластики обладают относительно низкой теплопроводностью, высокой герметичностью и пригодностью к работе при криогенных температурах в среде жидкого кислорода, то были разработаны и освоены в производстве методом «сухой» намотки изделия из стеклопластика, предназначенные для работы в контакте с криогенным компонентом топлива (рис. 1). К этим изделиям относятся опоры-термомосты, переходники клапанов, вал рабочего колеса насоса, элементы трубопровода подачи криогенного компонента. Методом «мокрой» намотки изготавливаются силовые стержни фермы крепления емкости с криогенным компонентом.

Намоткой высокомодульной углеродной нити, в сочетании с клеевым связующим, изготавливаются плоские сетчатые листы, используемые в качестве

обшивок трехслойных каркасов солнечных батарей (СБ). Такие обшивки с массой $\sim 250 \text{ г/м}^2$ и толщиной $0,25 \text{ мм}$ позволили создать СБ высокой массовой эффективности для производимых автоматических космических аппаратов (рис. 2, *а*). Сетчатые листы также нашли применение в качестве опорных гибких лепестков каркаса крупногабаритной антенны (рис. 2, *б, в*) [3].

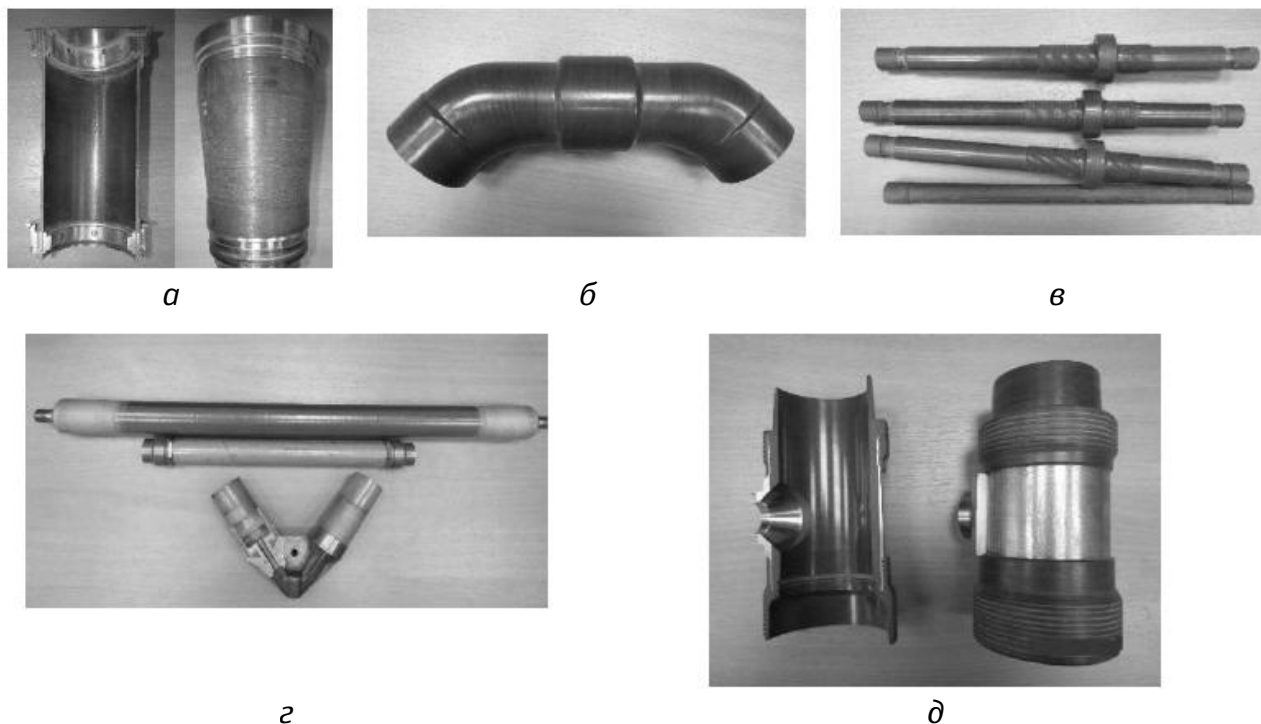


Рис. 1. Стеклопластиковые изделия, применяемых в двигательных установках разгонных блоков:

а — переходник и опора, *б* — элемент трубопровода, *в* — вал насоса, *г* — ферменные стрелы, *д* — корпус термометра

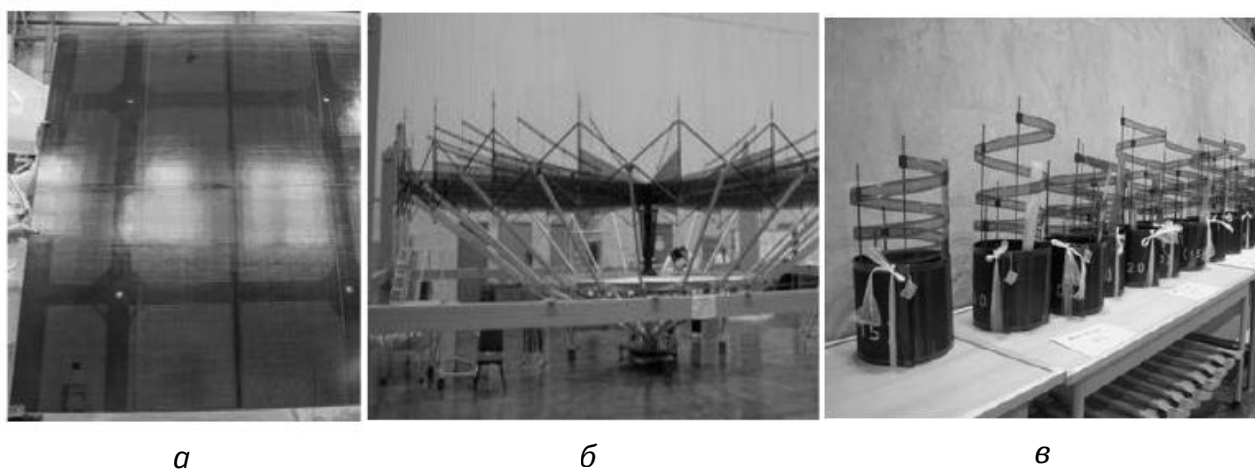


Рис. 2. Трехслойный каркас СБ с сетчатыми обшивками (*а*), каркас крупногабаритной антенны (*б*) и сетчатые углепластиковые лепестки в сложенном состоянии (*в*)

За последние двадцать лет в РКК «Энергия» разработаны и изготавливаются комбинированные баллоны высокого давления. Намотка силовых оболочек из композиционных материалов производится на отечественном пятикоординатном станке с программным управлением и с использованием только отечественных армирующих материалов.

Сегодня изготавливаются баллоны объемом от 18 до 50 литров с рабочим давлением от 150 до 350 кгс/см². В зависимости от рабочей среды применяются лайнеры из титанового сплава и стали (рис. 3).

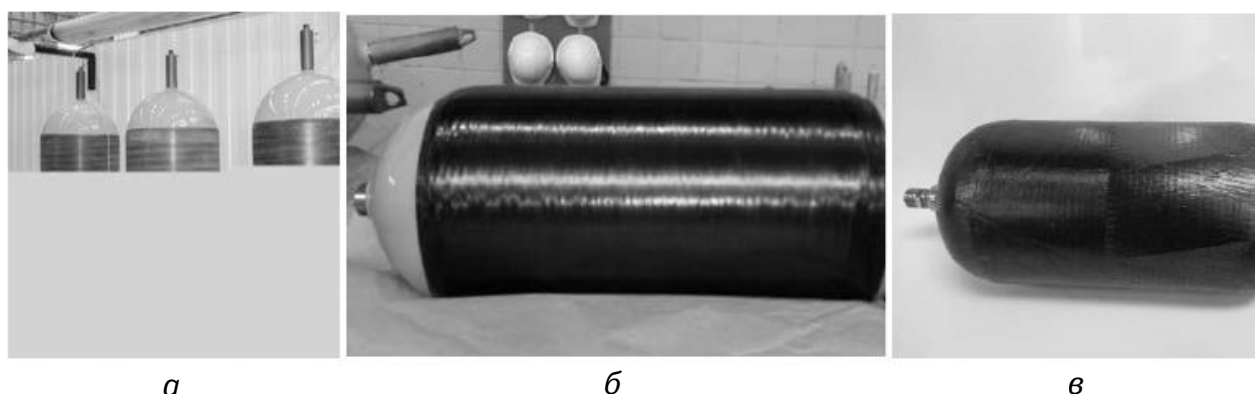


Рис. 3. Комбинированные металлокомпозитные баллоны:

а — $V = 50$ л; $P_{\text{раб}} = 150$ кгс/см², *б* — $V = 20$ л; $P_{\text{раб}} = 350$ кгс/см², *в* — $V = 18$ л; $P_{\text{раб}} = 250$ кгс/см²

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод, что ПАО «РКК «Энергия» активно развивает при изготовлении своих изделий из ПКМ, применяемых в РКТ метод намотки.

Список источников

- [1] Васильев В.В., Мороз Н.Г. *Композитные баллоны давления. Проектирование, расчет, изготовление и испытания*. Москва, Машиностроение, Инновационное машиностроение, 2015, 373 с.
- [2] Комков М.А., Тарасов В.А. *Технология намотки композитных конструкций ракет и средств поражения*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011, 400 с.
- [3] Копыл Н.И., Алямовский А.И., Сеньковский А.Н. и др. *Способ изготовления листов из полимерных композиционных материалов*. Патент № 2750379С1 РФ, 2021, бюлл. № 19.