

УДК-629.78(075.8)

Т.А. Манько, А.В. Литот, С.А. Шилин
*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
ГП «КБ «Южное» имени М.К. Янгеля»*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО КОРПУСА ТОПЛИВНОГО БАКА С ФЛАНЦАМИ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКА

В роботі представлені технологічні особливості виготовлення композитного корпусу паливного баку з розробленими фланцями із вуглепластику. Розглянута конструкція фланців і окремих елементів технологічної оправки. Приведені основні конструктивно-технологічні рішення виготовлення композитного корпусу паливного баку з фланцями із вуглепластику.

Ключові слова: Паливний бак, вуглепластик, фланець, намотка, технологічна оправка

В работе изложены технологические особенности изготовления композитного корпуса топливного бака с разработанными фланцами из углепластика. Рассмотрена конструкция фланцев и отдельных элементов технологической оправки. Приведены основные конструктивно-технологические решения изготовления композитного корпуса топливного бака с фланцами из углепластика.

Ключевые слова: Топливный бак, углепластик, фланец, намотка, технологическая оправка.

The paper describes the technological features of manufacturing a composite fuel tank body with developed flanges of carbon fiber reinforced plastic. The design of flanges and individual elements of the technological mandrel is considered. The main structural and technological solutions for the manufacture of a composite fuel tank with flanges made of carbon plastic are given.

Keywords: Fuel tank, CFRP, flange, winding, process mandrel

Введение. В настоящее время перед Государственным предприятием «Конструкторское бюро «Южное» стоит задача по разработке и изготовлению топливных баков обладающим минимально-возможной массой. Возможным решением данной задачи является создание сверхлегких топливных баков, а также конструктивно-технологические решения его составных элементов из углепластика.

Топливные баки предназначены для хранения таких компонентов топлива как жидкий кислород, сжиженный газ и керосин. Топливные баки используются как изделия в авиационной, так и ракетно-космической технике и размещаются внутри фюзеляжей и могут являться как отдельным элементом, так и составной частью корпусов ракетносителей.

Учитывая, что большую часть конструкции ракет составляют топливные баки, одним из важнейших факторов определяющих, определяющих совершенство конструкции, является создание принципиально новых технологий их создания, позволяющих существенно снизить массу баков и стоимость изготовления.

В работе представлены основные технологические особенности изготовления тонкостенного топливного бака безлейнерной конструкции. Общий вид корпуса топливного бака представлен на рисунке 1.

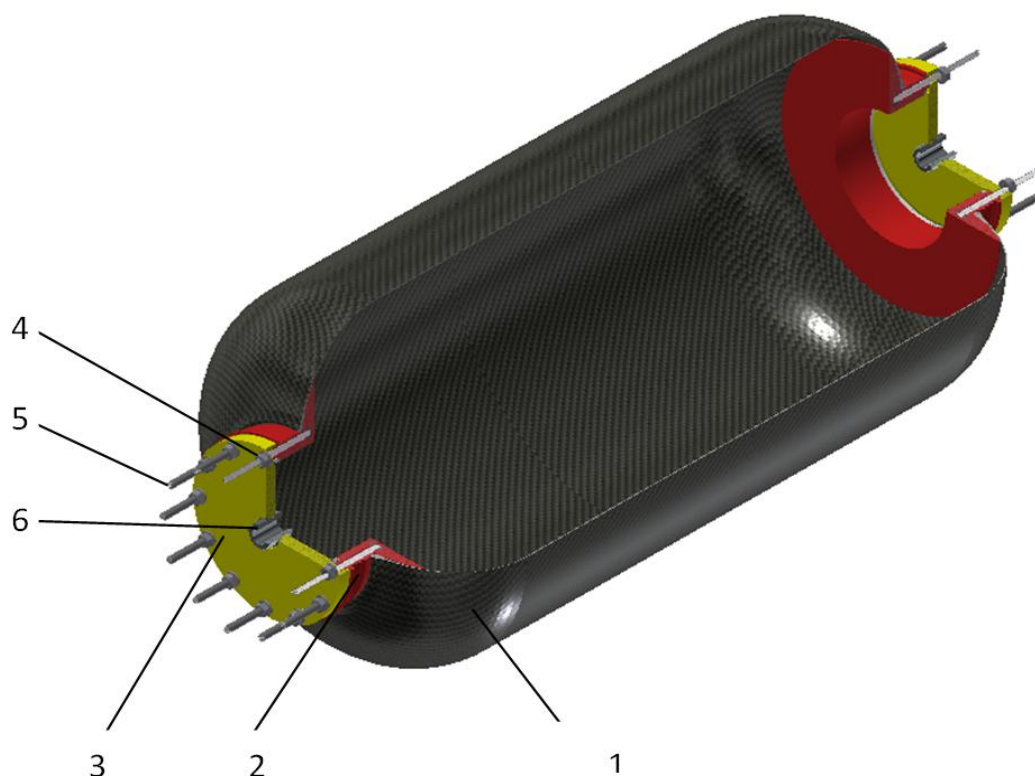


Рис.1 Общий вид корпуса топливного бака

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 – Силовая оболочка корпуса; | 4 – элемент герметизации; |
| 2 – фланец; | 5 – элемент металлического крепежа; |
| 3 – крышка; | 6 – штуцер. |

Особое внимание в работе уделяется фланцу корпуса топливного бака (рисунок 2). Фланец выполняет роль формообразующей поверхности при намотке в зоне полюсных отверстий, и обеспечивает взаимное скрепление встык с крышкой. Он выполнен из углепластика на основе высокопрочной углеродной ткани 3752 и эпоксидного связующего ЭДТ-10П, изготовленного методом вакуумного формования.



Рис.2 Фланец корпуса топливного бака из углепластика с установленными элементами крепежа

Крышка (рис. 3) представляет из себя элемент топливного бака закрывающий технологическое отверстие на его полюсах и выполняющая переход к малоразмерному штуцеру. Крышка выполнена из углепластика на основе высокопрочной углеродной ткани 3752 и эпоксидного связующего ЭДТ-10П изготовленного методом вакуумного формования.



Рис.3 Предварительная стыковка полученной крышки с фланцем

Для выполнения разъемного герметичного соединения фланец-крышка в работе рассмотрен комплект стандартных металлических элементов. Вес этих

элементов в составе корпуса составил 78 грамм, что не утяжеляет общий вес топливного бака.

Для герметичного соединения топливного бака с магистралью в процессе эксплуатации разработана конструкция заправочного штуцера представляющая из себя упорную втулку.

В работе кроме разработки дополнительных элементов конструкции технологический процесс предусматривает: подготовку технологической оснастки для формования геометрии фланца и крышки, раскрой и выкладку пакета заготовки фланца и крышки (рис. 4, 5), режим полимеризации заготовок, механическая обработка (рис. 6), подготовка оправки, намотка и проведение окончательного режима полимеризации корпуса топливного бака, контроль выходных геометрических параметров и герметичности (Рис.9).



Рис.4 Процесс разметки и раскроя заготовок углеродной ткани

Изготовление углепластиковых заготовок фланца и крышки выполняли методом ручной выкладки в соответствии с заданной схемой армирования и схемой укладки. Количество слоев в заготовке фланца составило 74, в заготовке крышки – 18. После выполнения укладки всех слоев на оснастку проводится режим полимеризации в печи аэродинамического подогрева под давлением вакуума.



Рис.5 Ручная выкладка раскроенных заготовок



Рис.6 Вид отверженной заготовки фланца из углепластика до механической обработки

В качестве формообразующей поверхности при намотке силовой оболочки использовали разборную металлическую оправку диаметром 295 мм. Подготовленная оправка с установленными фланцами представлена на рисунке 7.

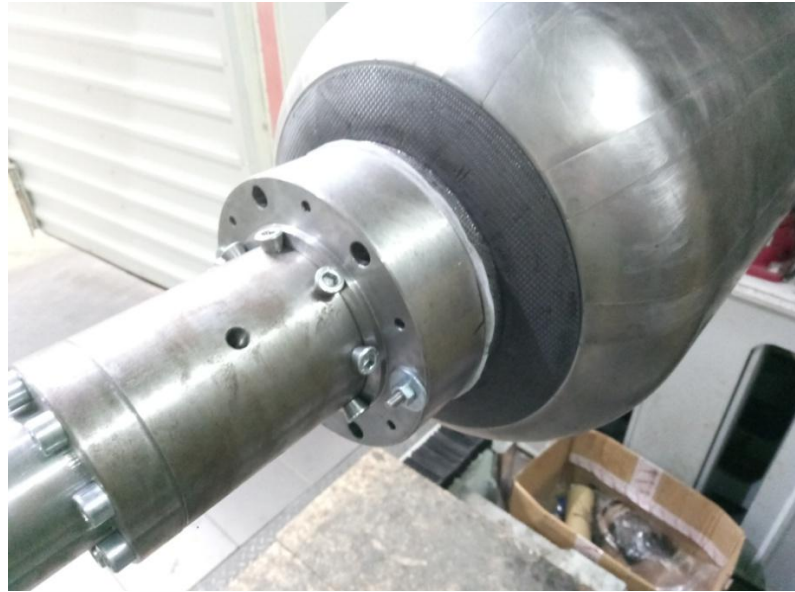


Рис.7 Оправка корпуса топливного бака с установленными фланцами

Намотку силовой оболочки корпуса выполняли на специальном намоточном станке MAW 20 FB5/1 с программным управлением (рис. 8). Материал силовой оболочки – углепластик на основе высокопрочного углеродного волокна типа Т-800 и эпоксидного связующего. Намотку выполняли в соответствии с заданной схемой армирования. Полученную конструкцию топливного бака отверждали в печи по разработанному термовременному режиму. 8.



Рис.8 Процесс намотки силовой оболочки корпуса топливного бака



Рис.9 Контроль герметичности топливного бака

Для обеспечения герметичности топливного бака проводили вклейку металлических элементов с применением эпоксидного клея холодного отверждения марки ЭПОТЕРМ-03т тип А.

Заключение

В результате проведенных работ впервые была отработана технология изготовления композитного топливного бака с фланцами из углепластика. Приведена оптимальная схема раскроя, укладки и армирования углеродной ткани для фланцев и крышек. Спроектирована и изготовлена необходимая технологическая оснастка. На основании разработанных и апробированных элементов конструкции обеспечены требуемые значения выходных геометрических параметров и массы и оценена герметичность конструкции.

Библиографические ссылки

1. Гагауз П.М., Гагауз Ф.М., Карпов Я.С., Кривенда С.П. Проектирование и конструирование изделий из композиционных материалов. Теория и практика: учебник / П.М.Гагауз, Ф.М.Гагауз, Я.С.Карпов, С.П.Кривенда; под.общ.ред. Я.С.Карпова – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского, 2015 - 672 с.
2. Карпов Я.С. Проектирование деталей и агрегатов из композитов: учебник / Я.С. Карпов. – Х.: Нац. аэрокосмич. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2010. - 768 с.
3. Карпов Я.С. Соединения деталей и агрегатов из композиционных материалов / Я.С. Карпов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского, 2006 - 359 с.