

УДК 669.017.16:539.213

ПРОЕКТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА

10, октябрь 2012

Волков Е.О., Разина А.С.

*Студенты,
кафедра «Ракетно-космические композитные конструкции»*

Научные руководители:

Резник С.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Ракетно-космические композитные конструкции»

Нехороших Г.Е., к.т.н., доцент кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции»

МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru

Перспективы освоения околоземного космического пространства в настоящее время непосредственно связаны с возможностью вывода в космос конструкций большого объема. Такие конструкции должны отвечать следующим требованиям:

1. Компактно укладываться под обтекатель ракеты-носителя, в пределах диаметра 4 м.
2. Автоматически разворачиваться, фиксировать заданную форму, закрепляться на поверхности небесного тела.
3. Иметь высокое значение отношения объем/масса.
4. Обладать длительным ресурсом работы, высокой прочностью, герметичностью, обеспечивать защиту от корпускулярной радиации, метеорных частиц, пыли, поддерживать заданный тепловой режим во внутреннем объеме.

В работе предлагается использовать интеллектуальные материалы или материалы с памятью формы для облегчения процесса разворачивания. Композиты с дополнительным армированием их материалами с памятью формы (МПФ) представляют собой новый класс гибридных композитов, которые могут изменять свои свойства, создавать значительные внутренние распределенные усилия, перераспределять внутренние напряжения и деформации (рис. 1), изменять геометрию элемента конструкции [1]. Ниже описана возможность изгиба балки путем включения в ее структуру силового преобразователя из МПФ.



Рис. 1. Диаграмма деформирования «напряжение-деформация», демонстрирующая макроскопическое поведение металлов с односторонней памятью формы

В этом случае изменение размеров активного элемента из сплава как бы управляет «формой» балки. Если силовые преобразователи размещены симметрично относительно нейтральной оси балки, они могут работать друг против друга, изгибая ее в нужном направлении.

Конструкция модуля №1 «Фонарик» (рис. 2) включает внутренний цилиндрический жёсткий корпус, который служит основанием (базой) всей сборки. Корпус выполняется из комбинации традиционных сплавов, применяемых в космической технике, и композиционных материалов.

Трансформируемый упругий каркас включает в себя регулярный набор упругих элементов из однонаправленного композиционного материала, заформованных в торцевые шпангоуты. Упругие элементы изготавливаются из углеродных волокон, полипропиленовой матрицы, а также вставок из материалов с памятью формы.

Оболочка модуля формируется из достаточного количества слоёв арамидной ткани, связанных между собой поперечными шивками, а также слоев полимерной герметизирующей плёнки [2]. Промежутки между слоями последовательно заполняются теплоизоляционными материалами. Вспенивание и отверждение пеноматериала осуществляется после развертывания упругого каркаса совместно с податливой многослойной оболочкой.

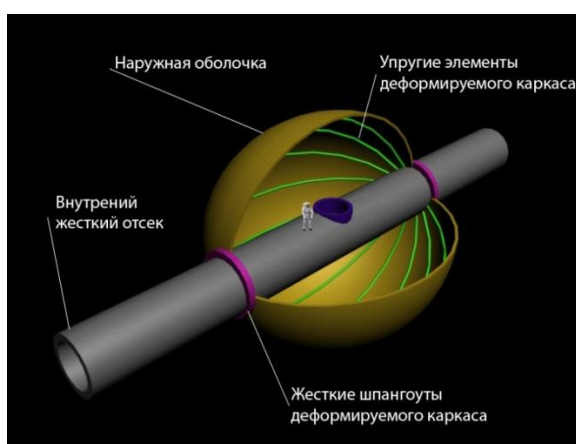


Рис. 2. Космическая композитная конструкция большого объема с элементами памяти формы, выполненная по схеме «Фонарик»

Раскрытие модуля осуществляется за счет вставок материалов с памятью формы в каркасные элементы (при отверждении), в начальный момент находящихся в деформированном (распрявленном) состоянии.

После выгрузки конструкции на поверхность небесного тела и установки ее на подготовленное место, по МПФ-проводам пропускается электрический ток, который нагревает силовые преобразователи МПФ, заставляя их возвращаться к исходной форме. Возникающие напряжения изгибают композитные каркасные элементы. Оболочка растягивается и образует закрытый объем.

Фиксация конструкции осуществляется при помощи стяжек, которыми конструкция большого объема прижимается к поверхности. В идеале необходимо ровное, очищенное от острых элементов, углубление по размерам совместимое с раскрытой оболочкой. Если поместить конструкцию в такое углубление, то появится дополнительная защита от агрессивной среды Марса.

По предварительным расчетам, объем конструкции модуля №1 в сложенном состоянии равен 250 м^3 , в раскрытом - 1000 м^3 . Масса конструкции равна 100 кг.

Альтернативой конструкции модуля №1 может послужить модуль №2 «Гармошка» (рис. 3), который представляет собой регулярный набор шпангоутов, удерживающих арамидную оболочку. Раскрытие конструкции осуществляется за счет активации электрическим током силовых приводов, установленных в торцевых шпангоутах. Под действием напряжения конструкция растягивается и увеличивается в длину почти в два раза. На данном этапе работы технология еще не разработана окончательно, имеется только направление исследования.

По предварительным расчетам объем конструкции модуля №2 в сложенном состоянии равен 130 м^3 , в раскрытом - 1500 м^3 . В сложенном состоянии его длина составляет 18 м, ширина – 5 м; в раскрытом: длина – 32 м, ширина – 3,5 м.

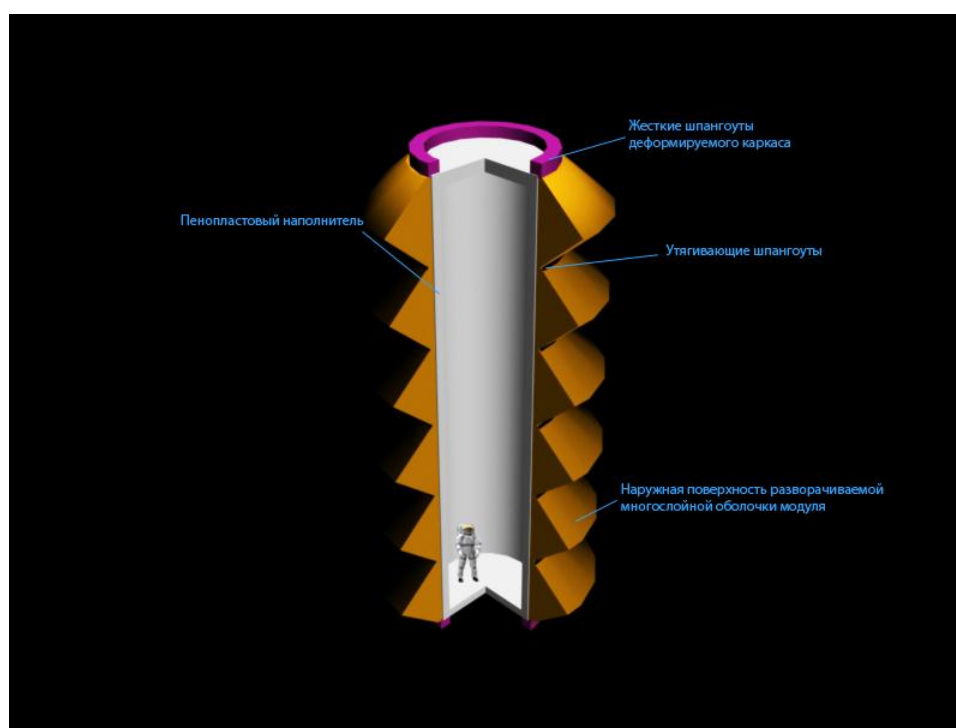


Рис. 3. Космическая композитная конструкция большого объема с элементами памяти формы, выполненная по схеме «Гармошка»

Литература

1. Уорден, К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение / К. Уорден. – М.: Техносфера, 2006. – 236 с.
2. Любин, Дж. Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. / Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. А.Б. Геллера, М.М. Гельмонта – М.: Машиностроение, 1988. – 448 с.

