

УДК 669.017.16:539.213

**Исследование и разработка каркасных и оболочечных композитных конструкций
большого объема**

Е.О. Волков⁽¹⁾, А.Н. Павлов⁽²⁾, А.С. Разина⁽³⁾

^{1,2,3}Студенты, кафедра «Ракетно-космические композитные конструкции»

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Научные руководители: С.В. Резник,

д.т.н., профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции»

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия,

Г.Е. Нехороших,

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

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

МГТУ им. Н.Э. Баумана

jonvolk90@mail.ru

В освоении космического пространства сохраняется тенденция к углубленному исследованию планет Солнечной системы. За последние годы в мире созданы разнообразные космические аппараты (КА), оснащенные новыми инструментами для изучения Луны, Меркурия, Венеры, Марса, планет-гигантов и их спутников. Отлажено взаимодействие пролетных, орбитальных и спускаемых КА, дрейфующих в атмосфере зондов (Венера) и самоходных аппаратов (Марс). Тем самым открываются перспективы получения качественно новой научной информации об эволюции Солнечной системы, нашей галактики и Вселенной. С другой стороны, создаются предпосылки для решения прикладных задач, высадки человека на планеты и спутники.

Промышленное освоение космического пространства трудно представить без создания крупногабаритных конструкций, предназначенных для размещения оборудования, энергетических установок, транспортных средств и находящихся в

непосредственной близости обитаемых отсеков. В среднесрочной перспективе такие сооружения потребуются и для размещения космических туристов.

Создание конструкций большого объема (КБО) неизбежно потребует решения задач, направленных на обеспечение минимальной массы конструкций, отвечающих требованиям герметичности, высокими теплоизолирующими свойствами, а также уровнем внешнего облучения, лежащим в допустимых пределах. Условия пребывания космонавтов и туристов в КА также напрямую зависят от жилого объема конструкции, который зачастую недостаточен для комфортного существования в действующих космических модулях. Дополнительное пространство является целью конструкторов также и для размещения специального оборудования и расходных материалов. Поэтому отсутствие в настоящее время ракетоносителей, позволяющих выводить на орбиту крупногабаритные КА, делает проблему разработки космических конструкций с увеличиваемым после вывода на орбиту объемом перспективной.

Таким образом, конструкции подобного рода должны отвечать следующим требованиям:

1. Иметь высокую прочность, жесткость, герметичность и защищенность от условий космоса.
2. Быть безопасными, надежными и экономичными.
3. Обладать большим объемом при минимальной массе.
4. Автоматически разворачиваться, фиксировать заданную форму, закрепляться на поверхности небесного тела.

Над созданием КБО, отвечающим данным требованиям, ведутся работы и уже были представлены некоторые результаты [1]. В исследованиях обосновываются конструктивно-компоновочные решения, направленные на создание крупногабаритных, надуваемых или разворачиваемых в космосе сооружений модульного типа, на основе теоретических и экспериментальных исследований.

Анализ возможного применения надувных конструкций показал, что целесообразно ориентироваться на исходные габариты модуля, не выходящие за пределы: диаметр 4,00 м по сложенной оболочке, длина 10,50 м. После надува внутренний объем модуля составит 900 м^3 , что позитивно влияет на психологическое состояние экипажа из шести человек.

Представлена конструктивно-компоновочная схема обитаемого модуля (рис.1), включающая композитную сетку на основе углепластика с днищами из аналогичного материала, вокруг которой закреплена при помощи двух пар шпангоутов с утягивающими винтами многослойная оболочка, надуваемая на орбите. В сложенном состоянии оболочка прижата к сетке ремнями, в надутом состоянии от больших перемещений ее удерживают

жесткие жгуты. Надувная оболочка состоит из внутренней ткани из арселона, ЭВТИ, ткани из армоса и пакета некстела, чередующего с мягким пенополиуретаном. К внутренней ткани из арселона пришиты арселоновые полотна, тянущиеся от сетки, которые формируют этажи и стены КА.

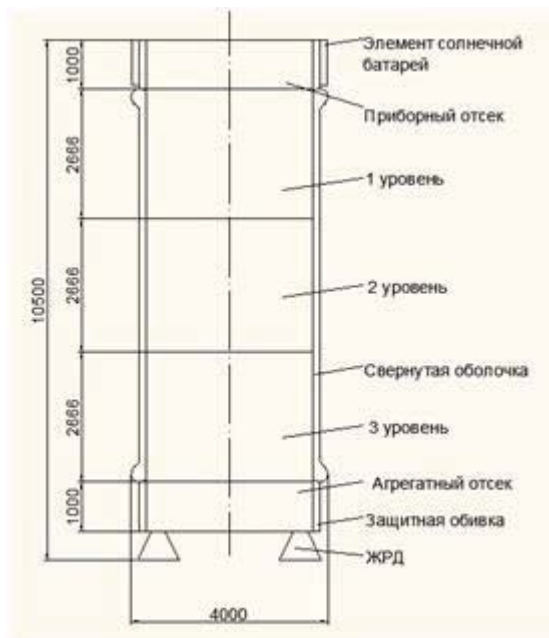


Рис.1. Схема космического модуля со свернутой оболочкой

Предложенный модуль по высоте разделен на три уровня и два отсека. Сверху располагается приборный отсек с системой энергообеспечения, работающей от сегментных солнечных батарей и аккумуляторов, а также системы жизнеобеспечения модуля. Снизу размещен агрегатный отсек с ЖРД, баками с топливом, стыковочным агрегатом и другими устройствами. Внутренняя компоновка этажей выполнена из эргономических соображений и комфорта экипажа.

Для выбора необходимой толщины слоев оболочки, а также проверки работоспособности представленной конструктивно-компоновочной схемы, проводились тепловые и прочностные расчеты.

Альтернатива надувному каркасу – разворачиваемый модуль. Его конструкция (рис. 2) включает в себя внутренний цилиндрический жесткий корпус, являющийся основанием (базой) всей сборки. Корпус будет выполнен из комбинации традиционных сплавов, применяемых в космической технике, и полимерных 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 и <http://sntbul.bmstu.ru/doc/533675.html>

стеклопластиковых волокон, полипропиленовой матрицы, а так же возможно применение вставок из материалов с памятью формы.



Рис.2. Развертываемая композитная конструкция большого объема

Оболочка модуля формируется из достаточного количества слоёв арамидной ткани, связанных между собой поперечными сшивками, и 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.

Раскрытие модуля осуществляется за счет вставок материалов с памятью формы в каркасные элементы (при отверждении) [1], в начальный момент находящихся в деформированном (распрявленном) состоянии, либо за счет свойств упругости композита.

После выгрузки конструкции на поверхность и установки ее на подготовленное место, приводится в действие механизм развертывания, образуя закрытый объем.

Фиксация конструкции на поверхности планеты 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 на такую площадку, то появится дополнительная защита от агрессивной среды планеты.

По предварительным расчетам, объем конструкции развертываемого модуля в сложенном состоянии равен 250 м^3 , в раскрытом – 1000 м^3 .

Представленные модули КБО могут быть применены для развертывания напланетных баз, создания транспортных средств, космических лабораторий, технических хранилищ, а так же – космических отелей.

Список литературы

1. Е.О. Волков, А.С. Разина. Проектные исследования космических композитных конструкций большого объема: Студенческий научный вестник – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 254 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.