

КОСМИЧЕСКАЯ КРУПНОГАБАРИТНАЯ ФЕРМЕННАЯ ТРАНСФОРМИРУЕМАЯ КОНСТРУКЦИЯ КАГАНОВСКОГО

Освоение космического пространства, Луны и Марса вызывает необходимость строительства большого количества различных сооружений. Доставка элементов этих сооружений в космос из-за необычной среды их возведения, связанной с невесомостью, потребовали новых нетрадиционных конструктивных решений этих сооружений, а также способов их монтажа и соединения элементов с максимальным использованием автоматики и роботов. Для создания этих сооружений наиболее подходящими являются крупногабаритные ферменные конструкции, которые должны иметь минимальный вес и объем при их доставке в космос, а также компактно размещаться в отсеке транспортного корабля. Крупногабаритными считаются такие космические конструкции, у которых хотя бы один из размеров превышает 5 м, т.е. конструкция не укладывается под обтекателем космического корабля.

Автором разработана новая космическая крупногабаритная ферменная трансформируемая конструкция К1. Она представляет собой трехгранную пространственную призматическую решетчатую конструкцию, состоящую из пересекающихся стержней, шарнирно соединенных между собой, и узловыми элементами в виде уголков (рис. 1, 2). Полки узловых уголков выполнены под углом 60 градусов. К каждой полке узловых уголков с двух сторон шарнирно закреплены концы двух стержней. Наиболее рациональным профилем для стержня представляется швеллер. Приведенные на рисунках размеры и сечения элементов фермы являются условными. Они могут быть изменены в реальной конструкции.

В торцевых частях фермы расположены патрубки, каждый из которых поддерживают три подкоса, выполненные из труб. Концы подкосов шарнирно соединены с патрубками и ближайшими узловыми уголками фермы. Эти подкосы расположены в плоскостях, проходящих через биссектрису угла смежных граней фермы. Патрубки предназначены для установки и крепления выдвигаемых антенн, солнечных батарей и другого космического оборудования. На рисунках изображена ферма, выполненная в металле, но она может быть выполнена и из композиционных материалов.



Л.О. Кагановский
инженер-конструктор
(Израиль)

К узловым уголкам прикреплены предварительно растянутые пружины, расположенные в плоскостях, перпендикулярных продольной оси по биссектрисе углов смежных граней фермы. Вторые концы этих пружин соединяются между собой посредством круглой фасонки, у которой в центре расположено отверстие. Через это отверстие проходит трос, который своими концами закреплен к патрубкам.

Растянутые пружины являются приводом для трансформации фермы. В процессе трансформации фермы предварительное усилие в пружинах уменьшается и достигает минимума, который необходим для обеспечения устойчивости фермы в развернутом состоянии. Их установка обязательна в средней части фермы, однако пружины могут быть установлены и в каждой панели или через несколько панелей. Необходимое развертывание фермы ограничивается свободной длиной троса. Свертывание фермы осуществляется путем стягивания тросом противоположных патрубков. Шарнирно соединенная система пересекающихся стержней и подкосов растягивает пружины и доводит до плотного соприкосновения смежных стержней и узловых уголков между собой. При этом усилия в пружинах достигают максимума, а подкосы занимают положение, перпендикулярное продольной оси фермы. В таком состоянии ферма готова для установки ее в отсеке транспортного корабля.

Развертывание фермы осуществляется освобождением предварительно стянутых тросом патрубков. При этом под действием растянутых пружин шарнирно соединенная система разворачивает ферму до размера, предопределенного свободной длиной троса. В развернутом состоянии угол наклона стержней в продольной плоскости должен быть порядка 60 градусов.

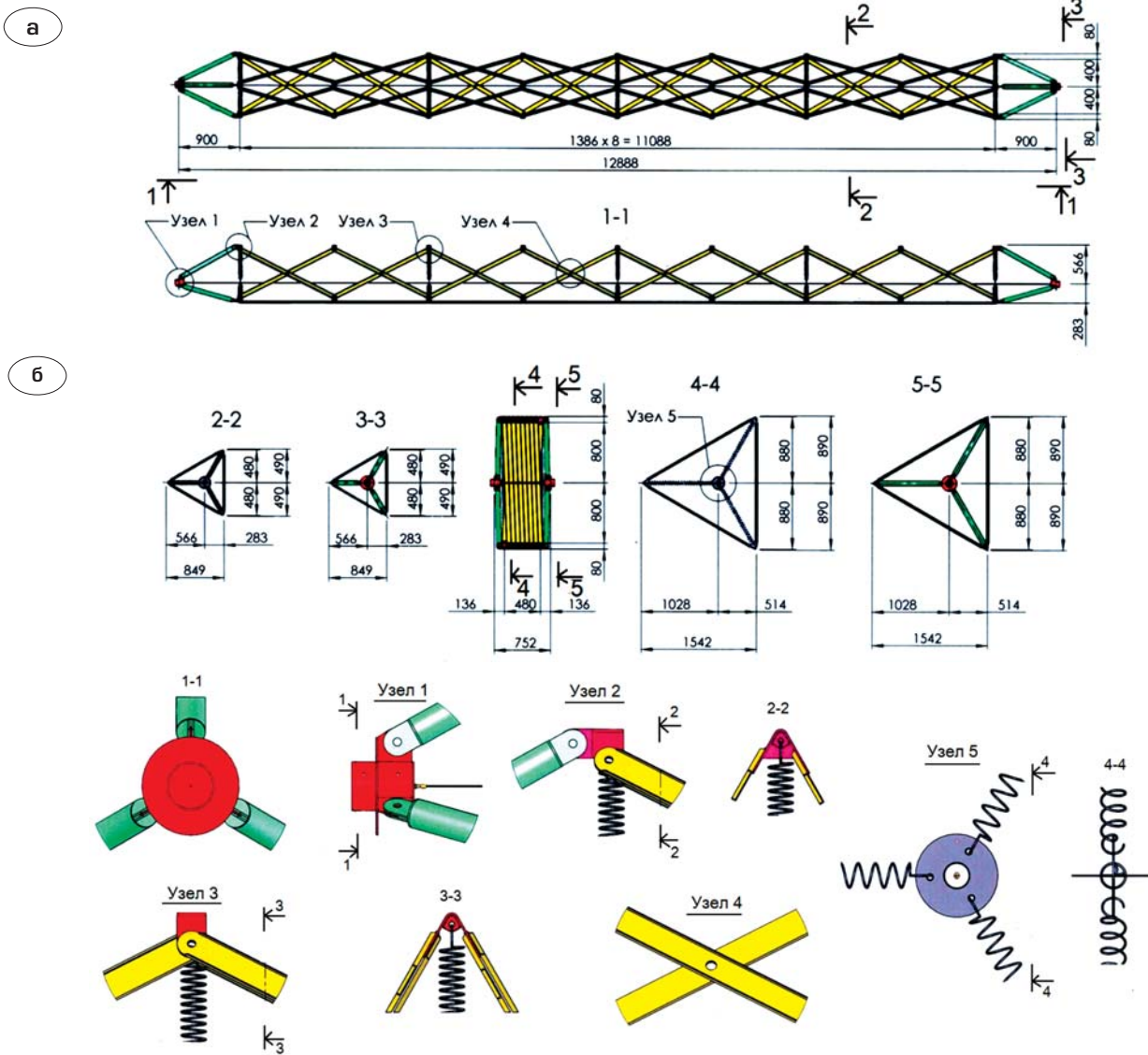


Рис. 1. Трансформируемая ферма К1:
а – в развернутом положении; б – в свернутом положении

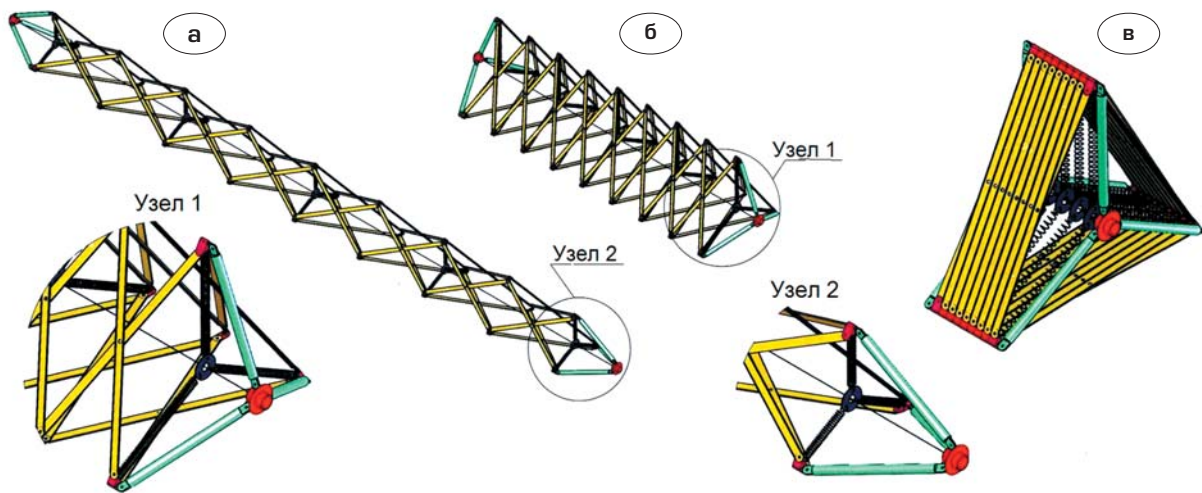


Рис. 2. Трансформируемая ферма К1 (в объемном изображении):
а – в развернутом положении; б – в промежуточном положении; в – в свернутом положении

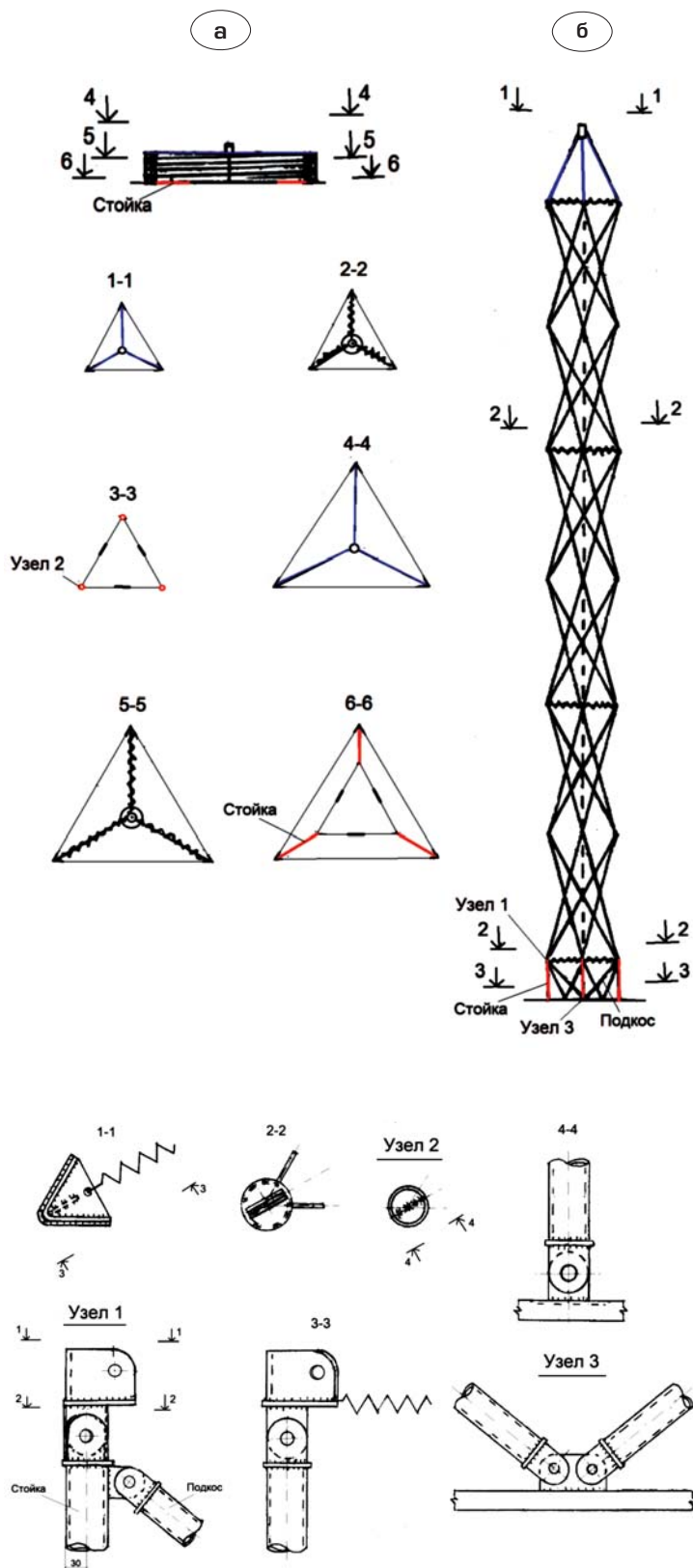


Рис. 3. Схема трансформации башни:
 а – в исходном положении;
 б – в развернутом положении

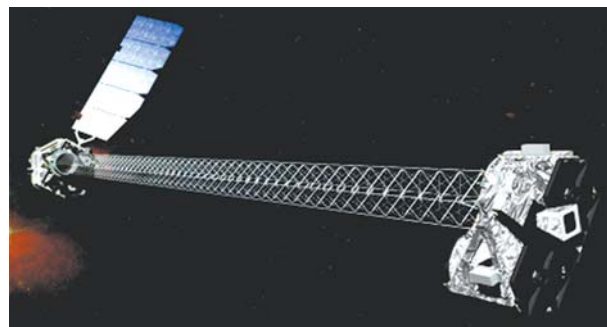


Рис. 4. Космический рентгеновский телескоп NuSTAR. Иллюстрация NASA

В свернутом положении, при принятых размерах и сечениях элементов фермы, примерные габариты ее в плане $1760 \times 1760 \times 1760$ мм, при высоте 752 мм. В развернутом положении при длине 12888 мм. Коэффициент трансформации фермы равен 17,1.

Для создания трансформируемых башен в нижней части фермы предусмотрены трубчатые стойки, которые шарнирно соединены с нижними узловыми уголками фермы и основанием башни (рис. 3). К верхним частям стоек шарнирно крепятся подкосы. В исходном состоянии стойки занимают горизонтальное положение, а в развернутом – вертикальное. Башни трансформируются с закрепленным к ним космическим оборудованием.

Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA) провело успешный запуск на орбиту космического рентгеновского телескопа NuSTAR (рис. 4). Аппарат был запущен с самолета Stargazer. Трехступенчатая ракета Pegasus XL вывела аппарат на расчетную геоцентрическую орбиту. С помощью «воздушного старта» была выведена на орбиту ракета Pegasus XL с солнечным телескопом IRIS.

Схемы этапов трансформации антенны и телескопа в космосе, которые также могут быть выведены на орбиту при помощи «воздушного старта», изображены на рис. 5, 6.

В основу конструкции фермы K1 и способа ее трансформации положено изобретение [2].

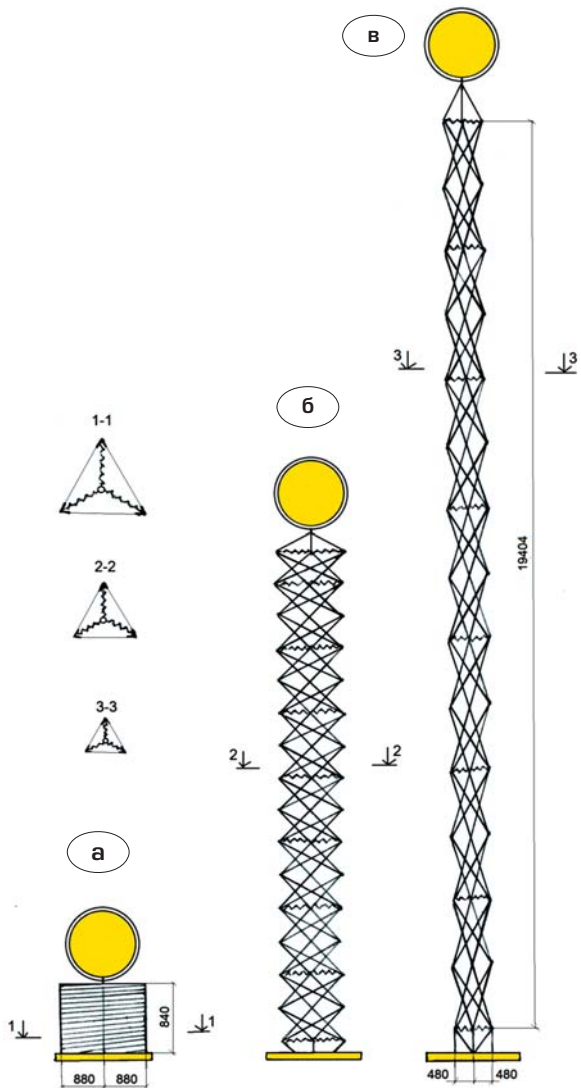


Рис. 5. Схема трансформации антенны в космосе:
а – в исходном положении; б – в промежуточном положении;
в – в развернутом положении

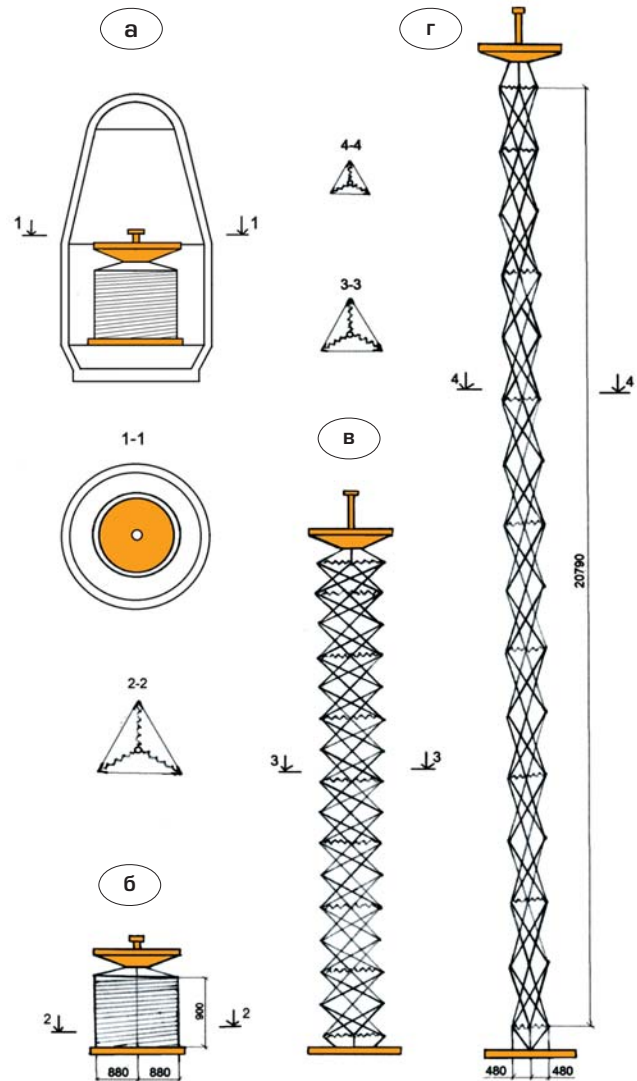


Рис. 6. Схема трансформации телескопа в космосе:
а – под обтекателем космического корабля; б – в исходном положении;
в – в промежуточном положении; г – в развернутом положении

Выводы.

1. Ферменная конструкция К1 обладает минимальным объемом при транспортировке.
2. Исключается поэлементная сборка фермы в космосе.
3. Ферма К1 обладает автономным пружинным приводом для ее развертывания в космосе.
4. Конструктивные особенности способствуют трансформации фермы К1 в автоматическом режиме без участия космонавтов.
5. Фермы К1 могут широко применяться для быстрого развертывания в космосе башен, антенн, солнечных батарей, солнечного паруса,

телескопов, они могут служить стержнями решетчатых космических платформ различной величины и назначения.

- [1] Кагановский Л.О. Башенные конструкции//Промышленное строительство и инженерные сооружения. – 2012. – №1. – С. 36–38.
- [2] Заявка на изобретение № 4931357/33/036288/СССР. Трансформируемое многогранное высотное сооружение//Л.О.Кагановский. Положительное решение на изобретение № 2499/32 от 27.08.92.

Надійшла 22.07.2016 р.