

УДК 629.783

Расчет напряженно-деформированного состояния элементов крупногабаритного трансформируемого каркаса космической антенны

Джан Цыкунь

zikunzhang@foxmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена методика расчета напряженно-деформированного состояния элементов (панелей) плоского трансформируемого многозвенного силового каркаса космической крупногабаритной кольцевой антенны диаметром 20 м при раскрытии. Напряженно-деформированное состояние элементов трансформируемого силового каркаса определяется ударными нагрузками, возникающими при постановке панелей каркаса на упоры. Для определения ударных нагрузок в программном комплексе MSC.Adams моделируется процесс раскрытия силового каркаса и определяются скорости панелей каркаса в моменты времени, соответствующие постановке панелей на упоры. Полученные скорости панелей трансформируемого каркаса используются в качестве начальных условия для расчета напряженно-деформированного состояния каркаса в программном комплексе MSC.Patran/Nastran.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, моделирование динамики раскрытия, трансформируемая конструкция, крупногабаритная космическая антенна, метод конечных элементов

Введение. В настоящее время в мире ведутся активные исследования космических крупногабаритных многозвенных конструкций, в том числе трансформируемых космических антенн, занимающих в транспортном плотноупакованном положении минимально возможный объем под обтекателем ракеты-носителя и раскрывающихся в рабочее положение на орбите. Без использования механизмов, ограничивающих скорость раскрытия, при постановке звеньев такой конструкции на упоры возникают значительные ударные нагрузки на элементы конструкции. Для оценки надежности процесса раскрытия такой конструкции необходимо проведение динамического анализа процесса ее раскрытия и анализа напряженно-деформированного состояния элементов этой конструкции в процессе раскрытия.

Методы и материалы; результаты. Расчеты раскрытия складного каркаса космической антенны показывают, что его панели встают на упоры в разные моменты времени [1, 2]. В каждый такой момент времени встают на упоры разные группы панелей в разных местах каркаса. Выбираются несколько таких моментов времени, когда относительные скорости соседних панелей из рассматриваемой группы максимальны.

В качестве расчетных схем для определения напряженно-деформированного состояния панелей силового каркаса при раскрытии в MSC.Patran/Nastran принимаются форм каркаса в выбранные ранее моменты времени рас-

крытия. В каждый из рассматриваемых моментов времени считается, что петли шарниров стоят на упорах, и конструкция ведет себя как упругий криволинейный стержень с заданными характеристиками. Этот подход идет в запас прочности, поскольку подвижность отдельных панелей каркаса относительно друг друга приводит к снижению реальных напряжений. Вычисленные по результатам расчета в MSC.Adams значения скоростей в узлах построенной конечно-элементной модели каркаса в выбранные моменты времени принимаются в качестве начальных условий для расчета напряженно-деформированного состояния каркаса в программном комплексе MSC.Patran/Nastran.

Созданы твердотельная модель каркаса в Adams для расчета динамики его раскрытия и конечно-элементная модель каркаса в Patran/Nastran, проведены численные расчеты.

Заключение. В данной работе исследуется напряженно-деформированное состояние элементов (панелей) плоского трансформируемого многозвенного силового каркаса космической крупногабаритной кольцевой антенны, возникающее при ее раскрытии. Проанализированы напряжения, возникающие в разные моменты времени процесса раскрытия антенны при постановке на упоры разных групп панелей, а также напряжения, возникающие при условии, что в качестве начальной скорости для каждой панели выбирается не вычисленная для этого момента времени скорость, а максимальная за все время раскрытия скорость этой панели, что идет в запас прочности, поскольку такое распределение скоростей на практике не реализуется.

Список источников

- [1] Крылов А.В. Исследование процесса раскрытия антенного контура. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2013, № 12, с. 45–50.
- [2] Крылов А.В., Чурилин С.А. Методика определения напряженно-деформированного состояния элементов трансформируемых многозвенных конструкций. *Известия высших учебных заведений. Физика*, 2013, т. 56, № 7/3, с. 170–172.