

УМЕНЬШЕНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОНАЛЬНОЙ АНТЕННЫ ФРЕНЕЛЯ

Ермаков В.А, студ.; Паслен В.В., доц., к.т.н., зав. каф. РТЗИ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР

На данный момент антенна это неотъемлемая часть космической техники.

Развитие космических антенн связано непосредственно с усовершенствованием ракетной и космической техники.

Складная космическая антенна – это такая антенна, которая при прохождении через атмосферу находится в сложенном состоянии и не занимает большого объема пространства, а при попадании в космос принимает нужную форму для оптимальной работы, направление и масштаб.

Актуальность уменьшения массогабаритных характеристик очень высока, это связано с тем, что расходы на транспортировку и вывод антенны на орбиту значительно уменьшаются, а их характеристики остаются прежними.

Изначально антенны изготавливались из жесткой конструкции вследствие чего, у них был маленький диаметр, который позволял расположить конструкцию под обтекателем космического аппарата. Однако требовалось увеличение рабочих диапазонов частот, что в свою очередь вызвало потребность в увеличении диаметра антенны.

Исходя из этого, антенны, изготовленные из жесткой конструкции, не могут использоваться для всего частотного диапазона.

В свою очередь трансформируемые антенны данного недостатка не имеют и в развернутом состоянии обладают большим диаметром апертуры.

До того как закрепить складную антенну на носитель, она устанавливается в сложенное состояние.

В первую очередь к складным космическим антеннам предъявляют условия на жесткость, из-за потребности ориентации антенны и предоставления точности рабочей поверхности рефлектора.

Антенны должны обладать небольшой массой и маленьким размером в сложенном виде, они должны иметь надежную систему развертывания и обязаны сохранять свои характеристики при работе [1].

В ходе усовершенствования антенн усложнялась их конструкция, из-за чего появлялись принципиально новые их классы, расширялись выполняемые ими функции. Как правило, антенны из простых устройств, превращались в сложные конструкторские системы, которые состоят из множества более мелких элементов.

Исходя из этого, можно сказать, что конструкции трансформируемых космических антенн изготовлены на принципах изменения геометрии объекта, например, таких, как механическое развертывание или выдвижение стержней, наполнение воздухом компактно сложенных структур и натягивание мембраны между элементами конструкции.

Зональная антенна Френеля (ЗАФ) – это такая антенна, поверхность на которой делится на отражающиеся и не отражающиеся зоны. Форма и размеры этих зон выбираются так, чтобы отраженные волны складывались в одной точке. Она состоит из множества плоских концентрических колец, расположенных в одной плоскости [2].

На рисунке 1 а, изображена ЗАФ сбоку, в разрезе, где: 1-металлические кольца, 2-диэлектрическое основание, 3- центральный диск, 4- конвертор.

На рисунке 1 б, изображена ЗАФ, вид спереди.

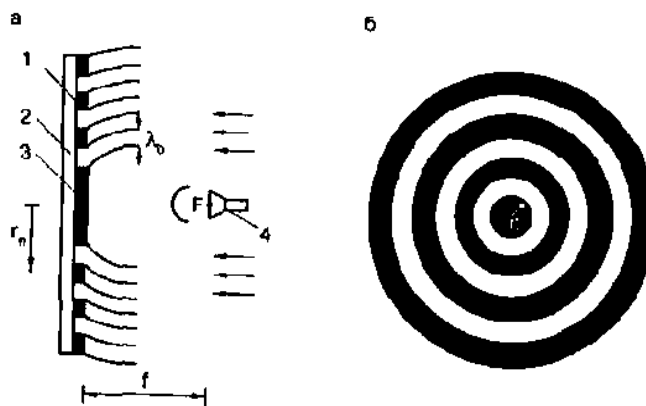


Рисунок 1 - Схематическое изображение ЗАФ

Главное достоинство ЗАФ - простота технологии изготовления, так как является плоской.

Из недостатков ЗАФ, можно выделить маленький коэффициент усиления (КУ) по сравнению с параболической антенной имеющей такой же диаметр, это связано с тем, что вся энергия сигнала, падающая на полотно антенны, направляется к облучателю. При условии слабого сигнала, даже незначительное ухудшение коэффициента усиления может привести к поражению сигнала шумами. Для того что бы нивелировать данный недостаток КУ ЗАФ, следует увеличивать диаметр антенны, хотя при достаточной мощности спутникового ретранслятора и при больших углах места для данной точки приема данная антенна может обеспечить хорошие результаты.

В ходе выполнения работы была рассчитана ЗАФ и пирамидальный рупор с частотой 8 гигагерц, после чего было проведено ее моделирование.

Моделирование ЗАФ производилось при помощи FEKO 7.0. HyperWorksFEKO 7.0 – это многофункциональный программный комплекс для численного электромагнитного моделирования, основанный на современных технологиях вычислительной электродинамики и позволяющий решать широкий круг исследовательских и прикладных задач.

Моделирование пирамидального рупора с центральным диском с частотой 8 гигагерц, показано на рисунке 2.



Рисунок 2- Пирамидальный рупор с центральным диском

В результате моделирования получаем ДН в 3D, изображенной на рисунке 3 и в полярной системе координат, рисунок 4 соответственно.

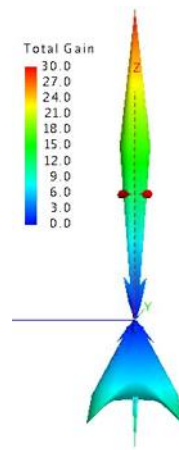


Рисунок 3 – Диаграмма направленности в 3D

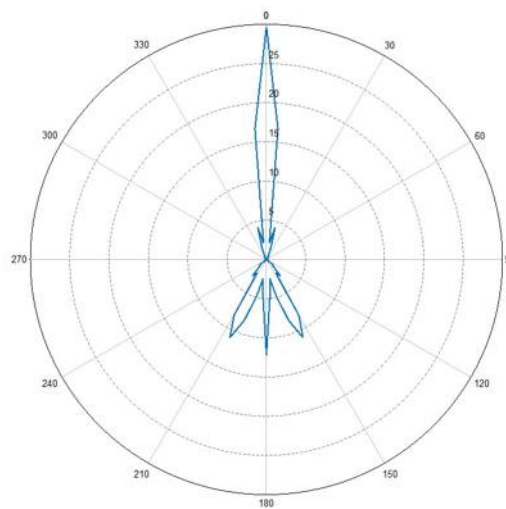


Рисунок 4 – Диаграмма направленности в полярной системе координат

Пирамидальный рупор с двумя отражающими зонами Френеля изображен на рисунке 5.



Рисунок 5 - Пирамидальный рупор с двумя отражающими зонами Френеля

В результате моделирования получаем ДН в 3D, изображенной на рисунке 6 и в полярной системе координат, рисунок 7 соответственно.

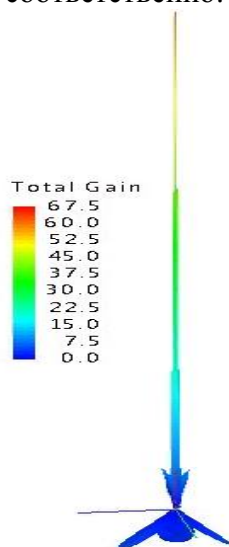


Рисунок 6 – Диаграмма направленности в 3D

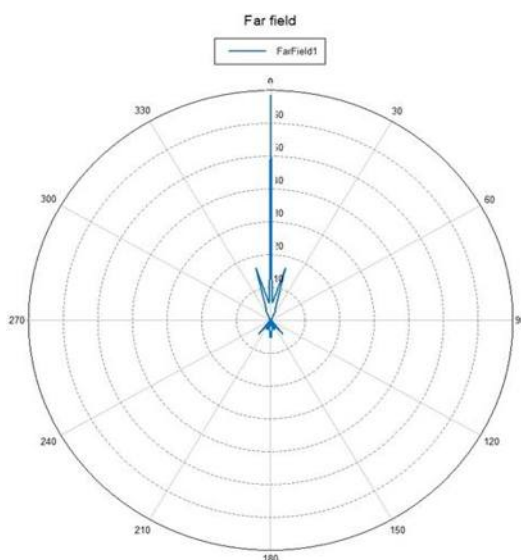


Рисунок 7 – Диаграмма направленности в полярной системе координат

Для уменьшения массы антенны, вместо металлических поверхностей используются металлизированные и радиопрозрачные материалы, это позволяет существенно снизить вес антенны, что облегчит и значительно снизит цену на ее транспортировку.

Конструкция складной антенны состоит из множества сот и представлена на рисунке 8.

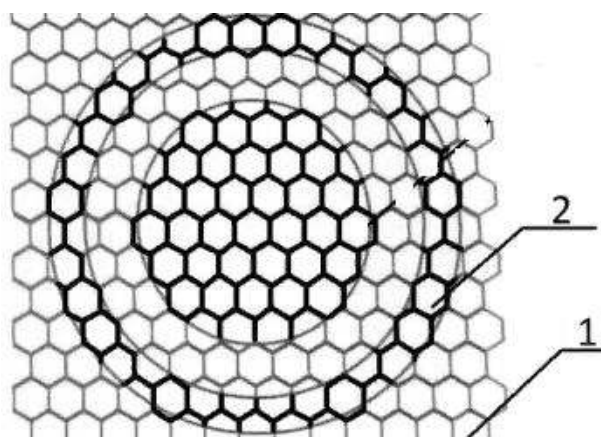


Рисунок 8 – Конструкция складной антенны в развернутом виде где: 1- радиопрозрачный материал 2- металлизированный материал. Способ сложения и раскрыва ЗАФ представлен на рисунке 9.

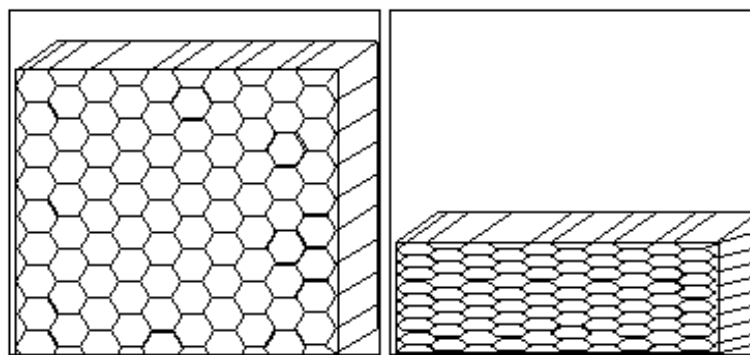


Рисунок 9 – Сложение зональной антенны Френеля

Принцип раскрыва зональной антенны Френеля, изображенной на рисунке 9, заключается в том, что при выходе спутника на орбиту, по команде от таймера счетчика, срабатывает пружина, которая крепится на противоположные части антенны, при срабатывании пружины, она «распрямляется», вследствие чего и происходит раскрыв антенны.

В данной работе был проведен поиск оптимальной антенной конструкции, отвечающей современным критериям и способа ее раскрыва. Причем данный антенный отражатель удовлетворяет поставленным задачам. С помощью описанного выше способа была решена задача усовершенствования конструкции антенного отражателя Френеля при сохранении его исходных параметров. Таким образом, использование данного антенного отражателя на основе сотовой конструкции позволяет снизить металлоемкость и массогабариты, а следовательно и экономические затраты при транспортировке [3].

Перечень ссылок

1. Лопатин, А.В. Обзор конструкций современных космических антенн (Часть 1) / А.В. Лопатин. – М.: Наука и техника, 2007.
2. Драбкин, А.Л. Антенно-фидерные устройства, учебник для ВУЗов / А.Л. Драбкин, А.Г. Кислов. – М.: Связь, 1974.
3. Паслён, В.В. Уменьшение массогабаритных параметров космических летательных аппаратов. Складной антенный отражатель Френеля / В.В. Паслен, С.В. Кайда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gisap.eu/ru/node/17887>.