

О уменьшении массогабаритных характеристик антенн

Ермаков В.А. (vladern95@mail.ru)

Научный руководитель – Паслен В. В., к.т.н., доцент

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

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 они усложнялись, 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) - поверхность, на которой отражающими радиоволны делаются только некоторые выделенные 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.

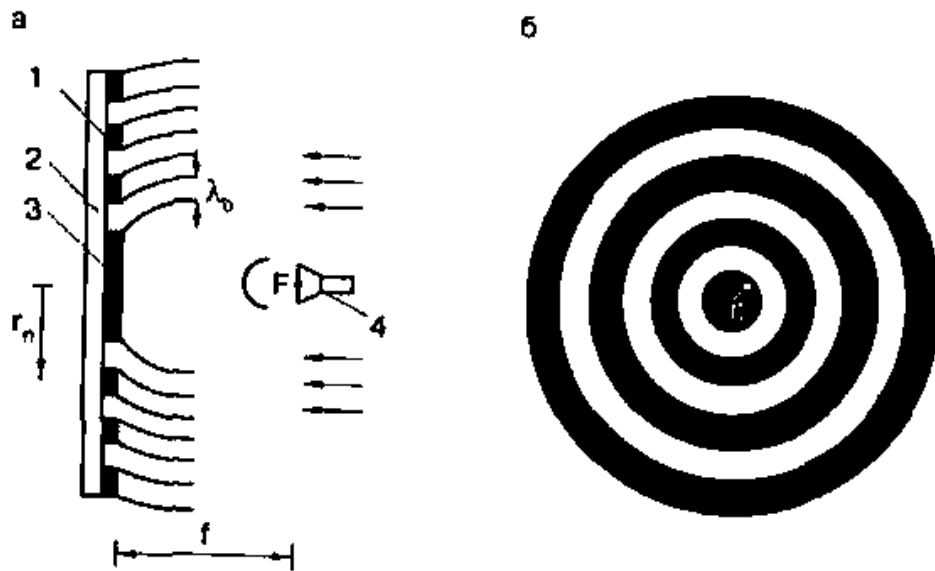


Рисунок 1 - Схематическое изображение ЗАФ

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.

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

Для уменьшения габаритов ЗАФ предложено два варианта конструкции, рисунок 2 и рисунок 3 соответственно.

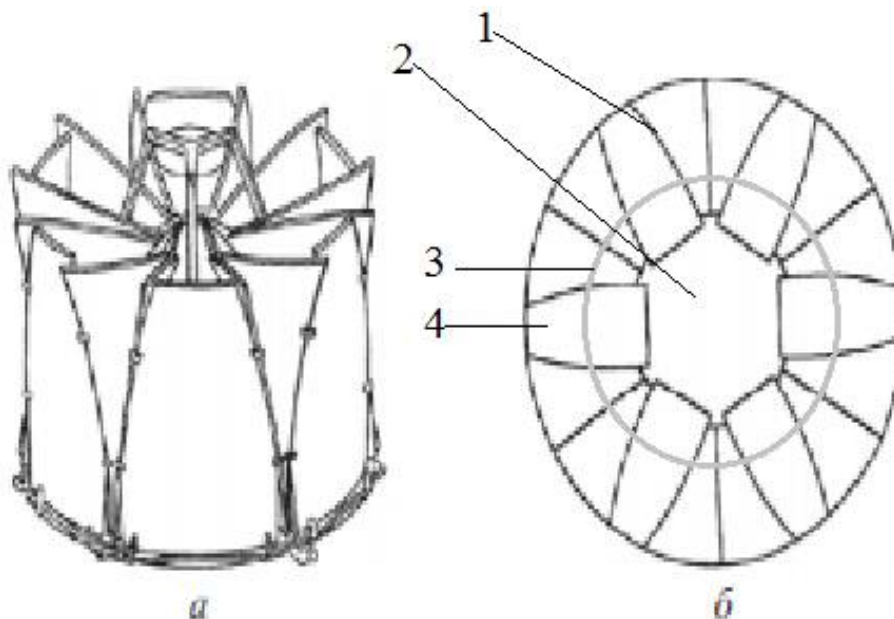


Рисунок 2- ЗАФ, а- в сложенном виде, б- в развернутом виде

где: 1- жесткие ребра, 2- жесткий центральный диск, 3- надувная часть антенны, состоящая из радиопрозрачного материала, 4- металлизированные трикотажные ткани и диэлектрические трикотажные ткани, в зависимости от зоны Френеля.

Принцип разворачивания ЗАФ, указанной на рисунке 2 заключается в том, что при выходе спутника на орбиту, по команде от таймера-счетчика в надувную часть антенны подаётся воздух, надувная часть под давлением воздуха воздействует на жесткие ребра, вследствие чего и происходит раскрыв антенны.

Второй вариант уменьшение массогабаритных параметров ЗАФ.

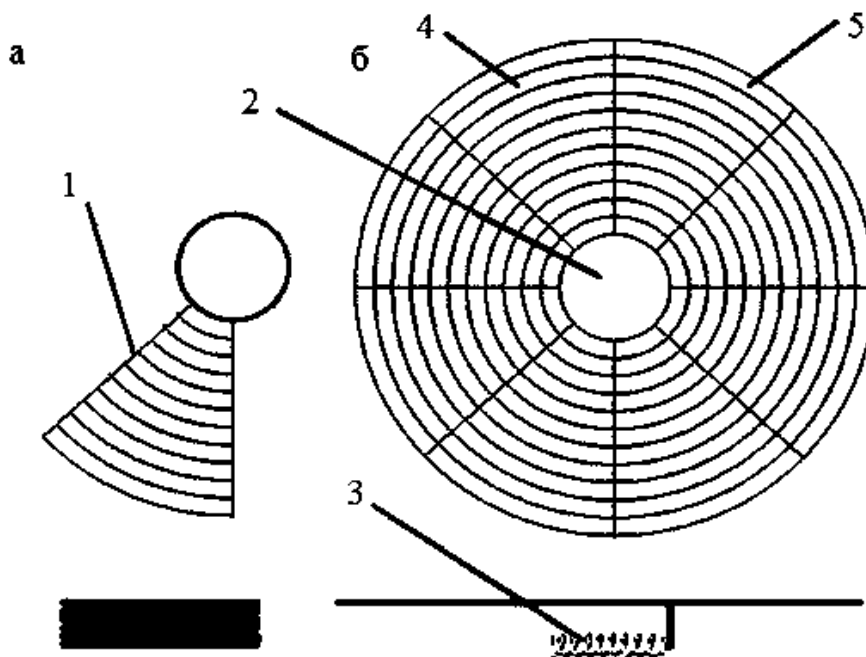


Рисунок 3- ЗАФ, а- в сложенном виде, б- в развернутом виде

где: 1- жесткие ребра, 2- жесткий центральный диск, 3- пружина, 4- металлизированная тканая поверхность (нечетные поверхности), 5- диэлектрическая тканая поверхность.

Принцип раскрыва зональной антенны Френеля, изображенной на рисунке 3 заключается в том, что при выходе спутника на орбиту, как и в первом случае, по команде от таймера счетчика, срабатывает пружина, которая крепится на направляющей под центральным диском и последним жестким ребром антенны, при срабатывании пружины, она «распрямляется» и тянет за собой последнее ребро ЗАФ вдоль центрального диска, вследствие чего происходит раскрыв антенны.

В ходе работы, был предложен и рассмотрен вариант уменьшения массогабаритных характеристик зональной антенны Френеля, за счет применения специализированных тканых материалов, что позволяет значительно снизить затраты при транспортировке и запуске антенны на орбиту [3].

Библиографический список:

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>.