# Малошумящие однозеркальные параболические антенны

АЛМАТИНСКИЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Кафедра «Радиотехника»

# Курсовая работа

## По курсу

АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН.

**«МАЛОШУМЯЩИЕ ОДНОЗЕРКАЛЬНЫЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ»**

Выполнила:

**студентка группы РРТу – 98                                                         Саркеева Г. Ч.**

**Шифр                                                                                                                        988705**

Проверил:

**доцент кафедры РТ                                                                                    Гончаров В.Л.**

**АЛМАТЫ 2000**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Частота сигнала генератора, подводимого к антенне f, ГГц         10.0

Ширина главного лепестка ДН на уровне половинной

Мощности  2q,мрад

                   2q                                                                     57

2q                                                                     62

Уровень боковых лепестков, дБ                                            -19

Тип облучателя                                                      Рупор конический

Длина фидерной линии L, м                                                         11

ВВЕДЕНИЕ.

          Данная курсовая работа посвящена расчёту зеркальных параболических антенн, которые применяют в различных диапазонах волн: от оптического до коротковолнового, особенно широко в сантиметровом и дециметровом диапазонах. Эти антенны отличаются конструктивной простотой, возможностью получения различных ДН, хорошими диапазонными свойствами и т.д.

          Существуют различные типы зеркальных антенн: параболические зеркала (параболоид, усечённый параболоид и параболический цилиндр), сферические зеркала, плоские и угловые зеркала, зеркальные антенны специальной формы, двух- и многозеркальные антенны, зеркально-рупорные антенны.

          Зеркальная параболическая антенна состоит из металлической поверхности, выполненной в виде параболоида вращения и небольшой слабонаправленной антенны – облучателя, установленной в фокусе параболоида и облучающей внутреннюю поверхность последнего. Параболическая поверхность образуется в результате вращения параболы с фокусом в точке F вокруг оси Z.

          По заданию, я рассчитывала облучатель типа рупора конического. Такой рупор на конце волновода позволяет получить пространственную ДН, сравнительно симметричную относительно оси зеркала. Такой облучатель имеет более узкую ДН, чем волноводный, и поэтому может применяться в случаях более длиннофокусных параболоидов. Рупорный облучатель имеет значительно меньшее излучение в обратном направлении, чем волноводный. Применение рупорного облучателя с фазирующей секцией позволяет с помощью зеркала получить вращающуюся поляризацию.

          В данном курсовом проекте определение поля излучения параболической антенны производится апертурным методом, широко применяемым при проектировании зеркальных антенн. Технические параметры, заданные для проектирования антенны, приводятся в соответствии с Регламентом радиосвязи и отвечают практическим требованиям к современным системам радиосвязи. Спроектированная, в соответствии с заданными параметрами антенна может применяться в земных станциях магистральной спутниковой связи (Орбита-2, Орбита-2М, Электроника 4-60, Электроника 4-90 и т. д.), малых станциях для телефонии и передачи данных (VSАТ), системах спутникового телевизионного вещания (Eutelsat, Галс,Теlecom IIA, B, Tele-X, TVSat-2 и т.д.)

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВПАРАБОЛИЧЕСКОГО ЗЕРКАЛА

1.1.     Определение диаметра раскрыва антенны.

Зеркальная антенна – направленная антенна, содержащая первичный излучатель и отражатель антенны в виде металлической поверхности (зеркало).Параболическая зеркальная антенна представлена на рис. 1. В случае равномерно возбужденного раскрыва параболического зеркала ширина диаграммы направленности приближенно определяется:

2q≈1.02 ,    (1)

где 2q- ширина диаграммы направленности на уровне половинной мощности;

l - длина волны излучаемого (принимаемого) антенной радиосигнала;

 R – радиус раскрыва зеркала (рис. 1)

Рис.1. Зеркальная параболическая антенна.

Однако, добиться равномерного возбуждения раскрыва практически не удается. Известно, что коэффициент направленного действия зеркальной антенны имеет наибольшую величину в том случае, если амплитуда возбуждающего поля на краю раскрыва составляет не менее одной трети от амплитуды поля в центре раскрыва.

Неравномерное возбуждение раскрыва зеркала приводит к некоторому расширению главного лепестка диаграммы направленности, так как уменьшается эффективная площадь раскрыва. Кроме этого, необходимо иметь в виду, что чаще всего диаграммы направленности зеркальных антенн не обладают осевой симметрией, (большинство излучателей формируют осенесимметричные диаграммы направленности), т.е. ширина главного лепестка в плоскостях Е и Н различна. В большинстве практических случаев это влечет за собой следующее изменение выражения (1):

2q≈1.2                 (2)

2q≈1.3                 (3)

где 2q,2q - ширина диаграммы направленности соответственно Н и Е плоскостях.

Тогда R для Н плоскости:

(м)

R для Е плоскости:

(м)

В связи с тем, что в задании на курсовую работу имеются данные о ширине диаграммы направленности в обеих плоскостях, из выражений (2) и (3) определяем диаметр раскрыва d= 2R, при, чем, из полученных двух значений диаметра выбираем наибольшее, т.е.:

d=2\*0.315(м), следовательно: =0.63(м)

1.2 Определение угла раскрыва и фокусного расстояния зеркальной антенны.

В зависимости от размещения облучателя относительно зеркала можно получить, то или иное значение КНД. При определенном оптимальном отношении R/f КНД наибольший. Это объясняется тем, что количество теряемой энергии зависит от формы диаграммы направленности облучателя и отношения R/f. При уменьшении отношения R/f от оптимального КНД уменьшается, т.к. увеличивается часть энергии, проходящей мимо зеркала. С другой стороны, увеличение этого отношения также приводит к уменьшению КНД в связи с более сильным отклонением закона распределения возбуждения от равномерного; оптимальное значение R/f определяется по апроксимированной нормированной диаграмме направленности облучателя (апроксимация функцией вида F()= *cos(),* где n определяет степень вытянутости диаграммы направленности облучателя).Для рупорных облучателей значения приводим в таблице ниже:



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | R/f | ν |
| 6 | 0.8…1 | 0.81 |

F()= *cos()=cos*

Расчет апроксимации диаграммы направленности облучателя приведен в приложении.

В зависимости от значения n определяем оптимальную величину отношения R/f. Более точное значение R/f определяем из графиков зависимости КИП ν параболоида от угла раскрыва ψ, при различных n.

Из велличины отношения R/f с учетом расчетного R определяем значение f:

f= R/(0.8…1.0)=0.315/0.9=0.35 (м)

Угол ψ может быть рассчитан на основе следующего соотношения:

ψ= 2 arctg= 2arctg=2 arctg(0.45)=48

2.    РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРРИСТИК ОБЛУЧАТЕЛЕЙ.

Расчет сводится к определению геометрических размеров облучателя, при которых уменьшение амплитуды поля на краю раскрыва зеркала происходит до одной трети амплитуды поля в центре раскрыва и диаграммы направленности облучателя.

Диаграмму направленности конического рупора рис(2) определяем как для идеальной круглой излучающей поверхности радиусом a:

F()=,

где *J(*sin*)* – цилиндрическая функция Бесселя первого рода,

       = - волновое число.

Размеры оптимального конического рупора связанны между собой

l=.

Радиус апертуры рупора выбирается из соображений обеспечения на краю раскрыва спадания амплитуды поля до 1/3.

Рис. 2. Апертурный облучатель в виде конического рупора.

Расчет диаграммы направленности облучателя приведен в приложении.

3.    РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ.

Инженерный расчет пространственной диаграммы направленности параболической антенны сводится к определению диаграммы направленности идеальной круглой синфазной площадки с неравномерным распределением напряженности возбуждающего поля. В данном случае распределение напряженности возбуждающего поля в основном определяется диаграммой направленности облучателя в соответствующей плоскости. Выражение для нормированной диаграммы направленности зеркальной параболической антенны при этом имеет вид:

,

где -цилиндрические функции Бесселя первого и второго порядка;

- коэффициент, показывающий во сколько раз амплитуда возбуждающего поля, на краю раскрыва меньше амплитуды в центре раскрыва, в соответствующей плоскости с учетом различий расстояний от облучателя до центра зеркала и до края зеркала;

-амплитуды поля на краю и в центре раскрыва.

Расчет ДН выполнен на ЭВМ и приведен в приложении.

Приближенно коэффициент направленного действия зеркальной антенны определяется выражением:

D = ,

где S – площадь раскрыва;

- результирующий коэффициент использования поверхности.

Тогда КНД будет равен D

С учётом того, что КПД зеркальной антенны примерно 0.9, можно рассчитать её коэффициент усиления.

Коэффициент усиления антенны : G = КПД D.

Следовательно, коэффициент усиления антенны будет равен:

G=0.9\*2425.5=2182.95.

4.КОНСТРУКТИВНЫЙ РАСЧЁТ АНТЕННЫ.

4.1. Расчёт профиля зеркала

Зеркальные антенны имеют наибольший КНД при синфазном возбуждении раскрыва (плоский фазовый фронт волны). Параболический профиль зеркала обеспечивает одинаковые длины электрических путей от облучателя, установленного в фокусе параболоида вращения, до каждой точки плоскости раскрыва (свойство параболы). В полярной системе координат парабола описывается уравнением:

где  полярные координаты, f –фокусное расстояние.

В данном случае изменяется от 0 до

Расчет профиля и его графическое построение приведены в приложении.

4.2. Выбор конструкции зеркала.

С целью уменьшения веса и ветровых нагрузок поверхность зеркала часто выполняется перфорированной, или сетчатой.

При такой конструкции зеркала часть энергии просачивается сквозь него, образуя обратное, нежелательное излучение. Допустимым является значение коэффициента прохождения в обратном направлении:

Т = 0.01…0.02,

Где  - мощность излучения в обратном направлении и падающего на зеркало, соответственно. Для перфорированного отражателя диаметр отверстий должен быть меньше 0.2 при суммарной площади отверстий не более 0.5…0.6 всей площади зеркала.

Двухлинейная сетка работает удовлетворительно при расстоянии между проводниками меньше 0.1 и диаметре проводов не менее 0.01.

4.3. Определение допусков на точность изготовления.

Неточность изготовления зеркала вызывает несинфазность поля в раскрыве. Допустимыми являются фазовые искажения поля в раскрыве зеркала не более 4. При этом уменьшение коэффициента усиления антенны не превышает нескольких процентов.

Пусть поверхность параболоида имеет некоторые неровности (выступы и углубления). Наибольшее отклонение от идеальной поверхности в направлении  обозначим через

Путь луча, отражённого от неровности в месте наибольшего отклонения от  изменяется при этом на величину , а соответствующий сдвиг фаз составит величину , и он не должен превышать величину , отсюда получаем:

.

Анализ полученного выражения для  показывает, что вблизи центра параболоида  необходимая точность изготовления зеркала наивысшая. Здесь наибольшее отклонение от идеальной поверхности не должно превосходить величины , у кромки параболоида требования к точности получаются наименьшими.

Для центра параболоида:

(м)

У кромки параболоида:

(м)

Точность установки облучателя также определяется нормами на наибольшие допустимые фазовые искажения поля в раскрыве. Пусть фазовый центр облучателя смещён на .

Тогда длины путей лучей от фазового центра до раскрыва увеличиваются. Это удлинение путей при малых смещениях можно приблизительно определить как х cos. Тогда изменение фазы составит величину:

,

где: -фазовые искажения, возникающие из-за неточности установки облучателя, в центре и на краю раскрыва, соответственно. Эта величина не должна превышать ,отсюда получаем, что:

(м).

Таким образом, с увеличением угла разрыва точность и установка облучателя в фокусе повышается.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

Список использованной литературы.

1.   Кочержевский Г.М.,Ерохин Г.А., Козырев Н.Д. Антенно-фидерные устройства. –М.:Радио и связь,1989г.

2.   Хмель В.Ф.,Чаплин А.Ф.,Шумлянский И.И. Антенны и устройства СВЧ. –Киев.: Высшая школа,1990г.

3.   Патлах А.Л.,Гончаров В.Л. Антенны и устройства СВЧ. Задание и методические указания к курсовой работе. Алма-Ата АЭИ,1987г.

СОДЕРЖАНИЕ.

Тeхническое задание                                                              2.

Введение                                                                                 3.

1.   Определение геометрических параметров

параболического зеркала .                                               4.

1.1. Диаметр раскрыва зеркала                                            4.

1.2. Определение угла раскрыва и

       фокусного расстояния                                                    5.

2.    Расчёт геометрических и электро-

       динамических характеристик

       облучателя                                                                      7.

3.    Расчёт пространственной диаграммы

       направленности и определение пара-

       метров параболической антенны                                   8.

4.    Конструктивный расчёт антенны.                                  9.

4.1. Расчёт профиля зеркала                                                 9.

4.2. Выбор конструкции зеркала                                          9.

4.3. Определение допусков на

       точность изготовления                                                   9.

##### Приложение                                                                           11.

Список использованной литературы                                    12.