**Принципиальная электрическая схема**

В нашем случае используется зеркальная антенна с одномерным сканированием в горизонтальной плоскости. Составим ее электрическую схему:

4

3

2

1

4

3

5

6

7

5

3

Электрическая принципиальная схема антенны:

1 – зеркальная антенна; 2 – облучатель; 3 – прямоугольный волновод;

4 – поворот волноводного тракта под прямым углом (изгиб);

5 - переход от волновода с прямоугольным сечением к волноводу с круглым сечением;

6 – вращающееся сочленение; 7 – круглый волновод

**Расчёт основных характеристик и геометрических размеров антенны.**

Длинна волны : = 3.5 см

Требуемая полоса частот: ±10%

Ширина ДН : 2Θ0.7= 4 град

Допустимый УБЛ: q = -21 Дб

По заданной ширине луча осуществляется расчет диаметра зеркала с учетом уровня боковых лепестков (УБЛ). Согласно заданию допустимый уровень УБЛ равен минус 26 дБ. Ниже в таблице 1 приведены данные из таблицы 1 пособия [1], соответствующие УБЛ равному минус 26 дБ.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Круглый раскрыв | | | | | | |
|  | УБЛ, дБ | КИП | Амплитудное распределение |  |  | ДН |
|  | -21 | 0.943 |  | 0,4 |  |  |

Где R - радиус зеркала, - ширина ДН, - лямбда функции, - длина волны излучения, - коэффициент использования поверхности.

Из приведенной таблицы следует:

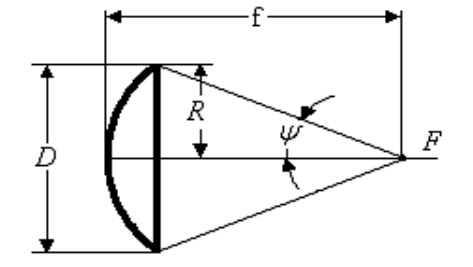
Тогда радиус зеркала:

*.*

Площадь раскрыва зеркала:

S==2477,61

Расчёт геометрических размеров зеркала :



Фокусное расстояние равно :

Угол раскрыва равен :

Аналитическое выражение для амплитудного распределения по раскрыву имеет вид:

,

Нормированное амплитудное распределение будет иметь вид:



[см]

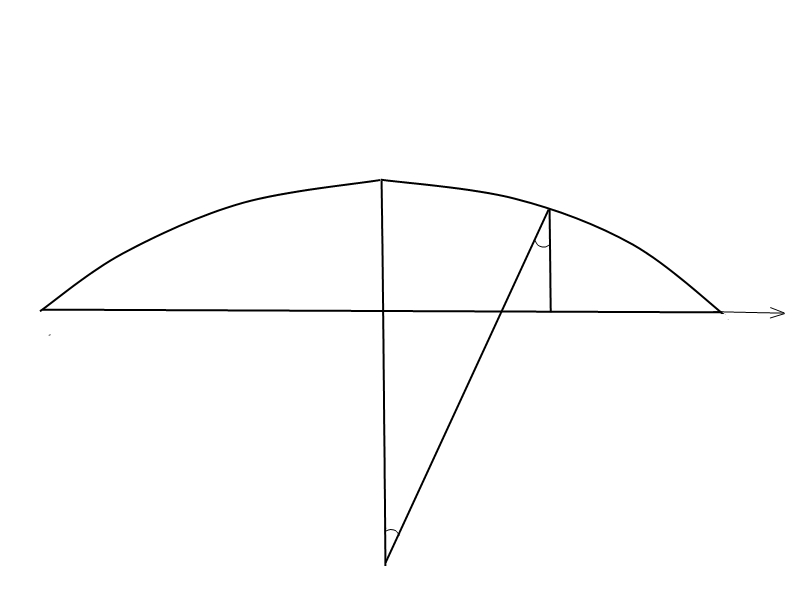
**Расчет диаграммы направленности рупорного облучателя**

Связь ДН облучателя и амплитудного распределения по раскрыву :

В данном соотношении - ДН облучателя, – амплитудное распределение.

Выразим из ДН облучателя:

Данное соотношение справедливо при пересчете координаты в координату :



*F*

*0*

*Зеркало*

r

r

Из рисунка следует:

;

Учитывая, что , где есть расстояние от фокуса до точки на зеркале при некотором , а , где текущее значение аргумента функции , при том, что , где – фокусное расстояние, получим:

;

Тогда диаграмма направленности облучателя будет иметь следующий вид:

.

Hормированная ДН облучателя по мощности и аппроксимирующая её функция в виде , при n=0,8.



**Выбор облучателя**

Выбранное амплитудное распределение по раскрыву формируется облучателем. По рассчитанной ДН облучателя выбирается сам облучатель. В данном проекте будет использован рупорный пирамидальный облучатель ввиду относительной простоты расчета его геометрических размеров, хороших диапазонных свойств и большой пропускаемой мощности.

Ширина диаграммы направленности облучателя



Ширина диаграммы направленности облучателя равна:

По ширине ДН определяется ширина и высота рупора:

см ;

см .

**Расчёт прямоугольного волновода**

Рассчитаем волновод, питающий рупор. Для этого воспользуемся соотношением для выбора поперечного сечения волновода [2, 3.9]:

0.6 ;

.

Выбираем размер волновода в соответствии с установленными нормами:

Пусть см и см

Допустимая передаваемая мощность в волноводе определяется:

;

где - напряженность электрического поля, при которой происходит пробой в воздухе,

.

мВт.

**Диаграмма направленности антенны**

В соответствии с данными таблицы 1 выражение для ДН антенны имеет вид:

,

где



град



Для оценки уровня УБЛ, выразим в децибелах:

град

Согласно заданию, антенная система должна работать в полосе частот

Как видно из графика уровень УБЛ не превышает заданного.

Ширина полосы пропускания соответствует заданной.

Согласно заданию, антенная система должна работать в полосе частот Поэтому необходимо провести расчет ДН антенны на длине волны и на длине волны .

Ниже графики ДН в децибелах для и соответственно.



град



град

Из приведенных выше графиков можно сделать вывод: УБЛ не превышает во всех двух случаях требуемый уровень, незначительно меняется полоса пропускания.

**Расчет энергетических характеристик антенны**

КНД прямо пропорционален площади раскрыва и КИП и обратно пропорционален квадрату длины волны:

,

Проектируемая антенна имеет круглый раскрыв, следовательно, площадь раскрыва равна

.

Значение КИП для выбранного амплитудного распределения приведено в таблице 1 . Подставляя значения в получим КНД:

КПД антенны определяется следующим образом

,

где - угол раскрыва, n – степень косинуса, являющегося аппроксимирующей функцией ДН облучателя.

КПД:

Коэффициент усиления зеркальной антенны определяется как произведение КПД на КНД:

**Расчет фидерного тракта**

В данном пункте производится расчет элементов фидерного тракта согласно электрической принципиальной схеме.

**Расчет вращающегося сочленения**

Вращающиеся сочленения предназначены для передачи высокочастотной энергии от неподвижного передатчика к антенне, вращающейся с заданной скоростью в горизонтальной или вертикальной плоскости. Главная задача проектирования вращающихся сочленений – обеспечить постоянство передаваемой мощности при вращении антенны. Для этого в сочленениях должны применяться линии с симметричной относительно оси вращения конфигурацией поля. Широко распространены волноводные вращающиеся сочленения с симметричной волной типа Е01. В этих сочленениях при переходе от прямоугольного волновода с волной Н01 к круглому волноводу, в последнем возникает рабочая волна Е01 и более низкая паразитная волна Н11, которая имеет несимметричную структуру. Энергия этой волны в круглом волноводе равна ~ 1%, поэтому необходимы специальные устройства для гашения этой волны (допустимое содержание паразитных несимметричных волн 0.1% по мощности).

В конструкциях сочленений для подавления паразитных волн широко применяют два вида устройств: «гасящие объёмы» и резонансные кольца.

Полоса пропускания сочленений с «гасящими объёмами» не превышает 2% (при КБВ 0,85). Сочленения с резонансными фильтрующими кольцами имеют полосу пропускания 7-10 %. Учитывая, что в задании указана полоса частот 10%, выбираем сочленение с резонансными кольцами.

1. Радиус круглого волновода сочленения

,

причём выбрать нужно значения R, совпадающие с приведенными на одном из графиков [3, (фиг. 18, 19, 20)]:

cм ;

см

1. Из графика [3, стр. 28, фиг. 19.] определяется значение , тогда

см.

1. Форму сечения кольца зададим круглой.
2. По формуле [3, стр. 28, (12)] находим диаметр кольца:

см.

1. Из графика, соответствующего выбранному значению , находим величину внутреннего радиуса кольца, соответствующую нулевому значению реактивного шунтирующего напряжения:

см.

1. Длина вращающегося сочленения выбирается из условий отсутствия резонанса на волне типа Н11. Если угол между входным и выходным прямоугольным волноводом равен 0о или 180о , то длина вращающегося сочленения выбирается следующим образом:

,

где n=1,2;

,

где n=1,2,3;

,

см;

– расстояние между кольцами;

- расстояние от кольца до стенки прямоугольного волновода.

Подставляем численные значения в выше перечисленные формулы при n=1и получаем:

см,

см;

см;

см.

**Расчет прямоугольного волновода**

В фидерном тракте будет использован прямоугольный волновод, аналогичный питающему рупорный облучатель волноводу, рассчитанному выше (пункт 7).

**Расчет изгибов волноводного тракта**

Размеры отражателей выбираются из условия обеспечения минимального коэффициента отражения:

см.

**Рассчёт точности антенны**

Технические допуски на точность изготовления зеркальных антенн определяются допустимой величиной отклонения фазового фронта в раскрыве зеркала от синфазного.

Источниками фазовых ошибок в раскрыве зеркальной антенны являются:

1. Отклонение формы зеркала от расчетной;
2. Смещение фазового центра облучателя из фокуса параболоида;
3. Отклонение волнового фронта поля облучателя от сферического.

=2.2\*

м



Допустимое смещение облучателя из центра фокуса:



0.0065 м



0.0065 м

Максимальная величина случайной ошибки:



n=3 для серийного производства и n=4…5 при специальной более совершенной технологии.

Максимальное отклонение профиля антенны не превышает:



 В соответствии с вышеперечисленными формулами дисперсия фазовой ошибки в раскрыве зеркала, обязана случайному характеру

Среднеквадратичная ошибка равна:





Где n=3

Тогда с учётом этой формулы КУ зеркальной антенны будет равен:



835.2