

УДК 621.396.67

магистр И.Н. Нусир

ГВУЗ «Национальный горный университет»

ДВУХЧАСТОТНАЯ МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА ДЛЯ СВЯЗИ С КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ

В работе представлено исследование двухчастотной микрополосковой антенны. Работа будет выполняться в несколько этапов. В ходе исследования будет рассмотрено 3 варианта микрополосковой антенны: полуволновый вибратор в свободном пространстве, П-образная антенна в свободном пространстве, П-образная антенна на подложке. (в качестве подложки использовались фторопласт, ситал, пятиокись тантала и титанат бария).

В ходе исследования использовался метод FEKO (Расчет поля с учетом тел произвольных форм). Базовым методом FEKO является метод моментов (МоМ). Метод моментов – это способ решения интегральных уравнений (иногда его называют методом Галеркина или Бубнова-Галеркина). В отличие от метода конечных элементов, где пространство расчета замкнутое и ограниченное, метод, в основе которого лежит решение интегральных уравнений, не ограничивает величину задачи. Метод МоМ – базовый, но не единственный метод, реализованный в FEKO. Электромагнитные поля вычисляются после расчета токов на проводящих поверхностях и эквивалентных электрических и магнитных токов на поверхности диэлектрического твердого тела.

Токи находятся, используя линейную комбинацию базовых функций, а коэффициенты при них получаются, решая систему линейных уравнений. Как только распределение тока найдено, может быть рассчитаны ближнее поле, дальнее поле, диаграмма направленности излучения, направленность и входное сопротивление антенн.

Задачи, включающие большие объекты, обычно решаются с помощью метода физической оптики (PO) и ее вариантов, или используя однородную теорию дифракции (UTD). В комплексе FEKO эти решения объединяются с МоМ на уровне матрицы взаимодействий. Этим делается существенный шаг к решению задач, когда рассматриваемый объект слишком большой (в терминах длин волны) чтобы его моделировать методом МоМ, но слишком маленький,

чтобы применять только асимптотическую аппроксимацию UTD. Используя гибридизацию методов МоМ/РО или методов МоМ /UTD, критические области структуры могут рассматриваться, используя МоМ, а остающиеся области (обычно большие, плоские или искривленные металлические поверхности) используют аппроксимацию РО или UTD.

Расчет ведется для двух центральных частот $f_{0н}$ и $f_{0в}$ – нижнего и верхнего поддиапазонов частот. Нижний поддиапазон работает на прием 1610-1626,5 МГц, верхний на передачу – 2483,5-2500 МГц.

Полуволновый вибратор в свободном пространстве

Расчет проводился в программе MMANA.

| f_0 , МГц | $Z_{вх}$, Ом | КСВН | G, дБ |
|-------------|---------------|------|-------|
| 1619 | 59-22j | 1,6 | 2,12 |
| 2492 | 72-106j | 5,1 | 2,8 |

Как видно из таблицы, на центральной верхней частоте входное сопротивление $Z_{вх}$ и КСВН имеют показатели хуже, чем на нижней частоте.

П-образная антенна в свободном пространстве

На втором этапе нашего исследования обычный полуволновый вибратор загибаем в П-образную антенну и проводим расчет в программе FEKO.

| f_0 , МГц | $Z_{вх}$, Ом | КСВН | G, дБ | КПД, % |
|-------------|---------------|------|-------|--------|
| 1619 | 37,8-40,6j | 2,56 | 1,7 | 100 |
| 2492 | 197,2+694,8j | 53,1 | 1,34 | 100 |

Данная антенна будет хорошо работать в частотном диапазоне на прием.

П-образная антенна на подложке

Далее П-образную антенну кладем на подложку из диэлектрика (рис. 1).

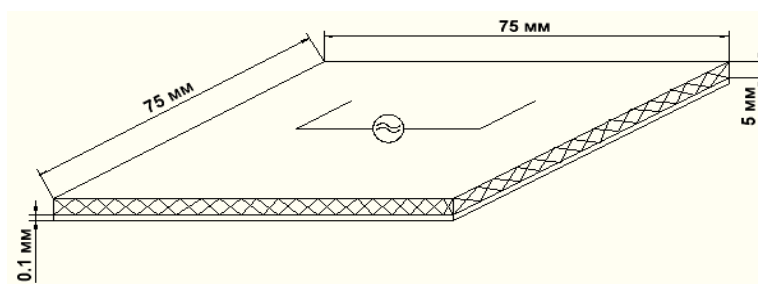


Рисунок 1 – П-образная антенна на подложке из диэлектрика

П-образная антенна на подложке из фторопласта

| f_0 , МГц | $Z_{вх}$, Ом | КСВН | G, дБ | КПД, % |
|-------------|---------------|-------|-------|--------|
| 1619 | 2,6-21,4j | 22,4 | 6,8 | 100 |
| 2492 | 44,9+734,9j | 242,7 | 7,3 | 100 |

П-образная антенна на подложке из фторопласта имеет лучшие характеристики по сравнению с П-образной антенной в свободном пространстве.

П-образная антенна на подложке из ситала

| f_0 , МГц | $Z_{вх}$, Ом | КСВН | G, дБ | КПД, % |
|-------------|---------------|-------|-------|--------|
| 1619 | 5,3+7,4j | 9,6 | 6,7 | 99,98 |
| 2492 | 74,3+813,7j | 180,4 | 6,8 | 99,96 |

Как и в предыдущих вариантах значения параметров на верхних частотах плохие.

П-образная антенна на подложке из пятиокиси тантала

| f_0 , МГц | $Z_{вх}$, Ом | КСВН | G, дБ | КПД, % |
|-------------|---------------|-------|-------|--------|
| 1619 | 8,1+24,9j | 7,7 | 6,3 | 95,2 |
| 2492 | 170,3+922,4j | 103,6 | 6,2 | 94,6 |

Результаты расчета П-образной антенны на подложке из пятиокиси тантала получили лучше, чем у аналогичной антенны на подложке из ситала по таким параметрам как $Z_{вх}$, КСВН. Но они не подходят для работы данной антенны на передачу.

П-образная антенна на подложке из титанат бария

| f_0 , МГц | $Z_{вх}$, Ом | КСВН | G, дБ | КПД, % |
|-------------|---------------|-------|-------|--------|
| 1619 | 15,7-33,9j | 4,7 | -8,3 | 4,29 |
| 2492 | 67,6+615,9j | 114,3 | -0,6 | 16,6 |

Подложка из титанат бария обладает очень низким КПД, это связано с тем, что диэлектрическая проницаемость этого материала слишком велика. Значения усиления антенны получили отрицательные, что можно трактовать как ослабление антенны.

Анализируя все результаты проведенного исследования, можно сделать вывод, что наиболее эффективной будет работа двухчастотной антенны на подложке из пятиокиси тантала, потому что с помощью этого диэлектрика достигаются оптимальные результаты по КСВН, что является одним из главных показателей работоспособности антенны.

Перечень литературы:

1. Банков С.Е., Курушин А.А. Расчет излучаемых структур с помощью FEKO – М., ЗАО «НПП «РОДНИК», 2008, 246 стр.: ил.
2. Банков С.Е., Курушин А.А. Практикум проектирования СВЧ структур с помощью FEKO – М., ЗАО «НПП «РОДНИК», 2009, 200 стр.: ил.
3. Андрианов В.И., Соколов А.В. Средства мобильной связи. – СПб.: ВНУ – Санкт-Петербург., 1998. – 256 с.: ил.
4. Гончаренко И.В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA. – М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио»., 2002 – 80 с.: ил.
5. Панченко Б.А., Нефёдов Е.И. Микрополосковые антенны. – М.: Радио и Связь, 1986. – 144 с.: ил.