

Исследование гофрированных рупорно-линзовых антенн широкополосных СВЧ радиометров

Ю.В. Рыбаков, Д.И. Андросов, В.А. Воронин

Государственное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова»
194021, Россия, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д.7, тел/факс+7(812)297-86-81. E-mail:
Rybakov@mail.ru

В данной работе исследуются некоторые вопросы создания малошумящих антенных датчиков в виде гофрированных рупорно-линзовых антенн, предназначенных для использования в системах СВЧ-радиометрического зондирования влагозапаса атмосферы и водозапаса облаков.

This paper investigates several questions of creation quiet antenna gauges in the form of the goffered rупорно-lens antennas intended for use in systems of microwave radiometric sounding water supply of atmosphere and a water stock of clouds are investigated.

В системах СВЧ-радиометрического зондирования очень важным элементом является приёмный антенный датчик. Для обеспечения высоких точных характеристик антенна должна принимать исследуемые шумовые измерения атмосферы только в секторе главного лепестка, т.е. необходимо создать антенну с максимально низким коэффициентом рассеяния [1].

Подобные системы можно реализовать в виде гофрированных рупорно-параболических [2] или гофрированных рупорно-линзовых антенн. Исследование последнего вида малошумящих датчиков и проведено в настоящей работе.

Основным элементом гофрированной рупорно-линзовой антенны является собственно гофрированный рупор. Использование вместо гладких стенок поверхностей с реактивным импедансом позволяет получить спадающее амплитудное распределение в Е и Н плоскостях, малый уровень бокового излучения и собственно низкий коэффициент рассеяния.

Были исследованы гофрированные рупоры двух частотных диапазонов 19-23ГГц и 36-40ГГц. Геометрические размеры и внешний вид рупоров представлены на рис. 1.

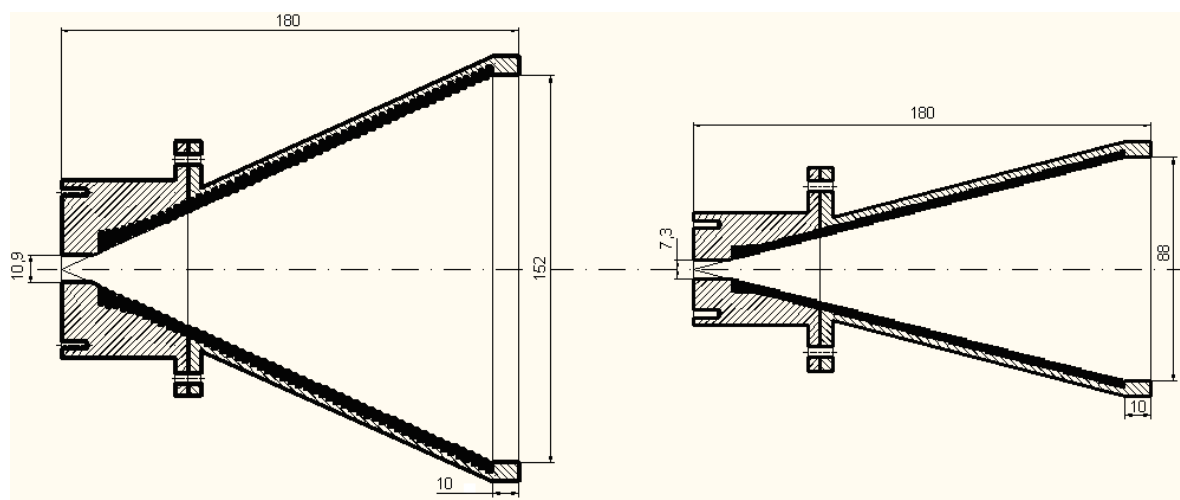


Рис. 1.

Оба рупора имеют длину 180мм и расчётную ширину диаграммы направленности по уровню -3дБ - 7° для синфазной апертуры. На внутренних стенках антенн были

выполнены канавки, перпендикулярно оси рупора, глубиной примерно 0.3λ . При данном исполнении канавок необходимо удостовериться, можно ли добиться полного равенства диаграмм направленностей в Е и Н плоскостях. Согласование ребристой структуры с питающим волновом осуществлялась выбором переменной глубины первых трёх канавок, согласно рекомендациям [2].

На рис.2 показана экспериментальная зависимость $((E-H)/((E+H)/2))$ по уровню -3дБ от частоты.

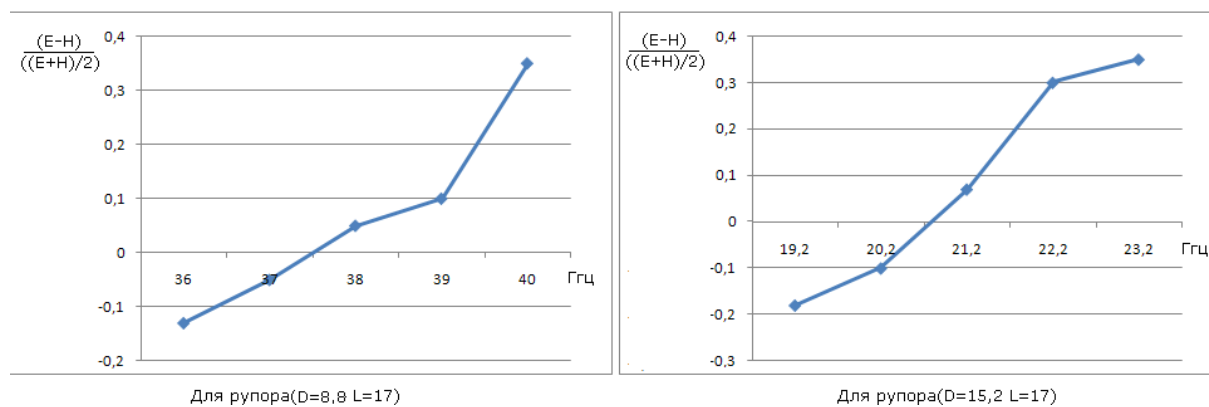


Рис. 2.

Видно, что при данном выборе глубины канавок можно добиться того, что на центральной частоте диапазонов (соответственно 37,5ГГц и 20,7ГГц) диаграммы направленности в Е и Н плоскостях будут полностью одинаковыми.

Теоретическая оценка диаграмм направленностей и коэффициентов рассеяния производилась с помощью пакета SABOR (Horns and Reflectors Analysis Software Sabor v1.1).

Преимущество программы состоит в том, что она позволяет быстро производить расчёт, и не требовательна к производительности компьютера, но при этом в неё заложено классическое расположение канавок глубиной $\lambda/4$, перпендикулярных стенкам рупора.

Расчётные диаграммы направленности представлены на рис.3. Здесь же отмечены экспериментальные значения диаграмм направленностей в Е и Н плоскостях.

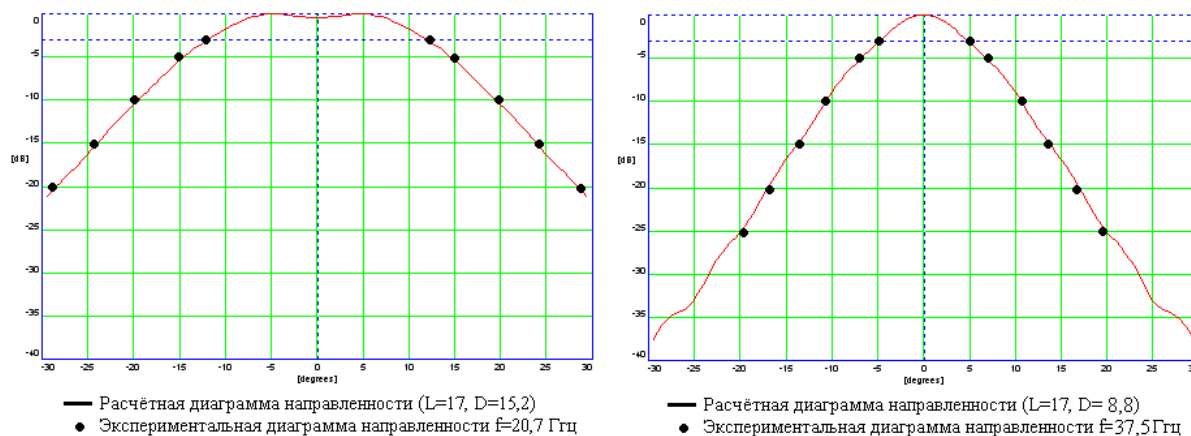
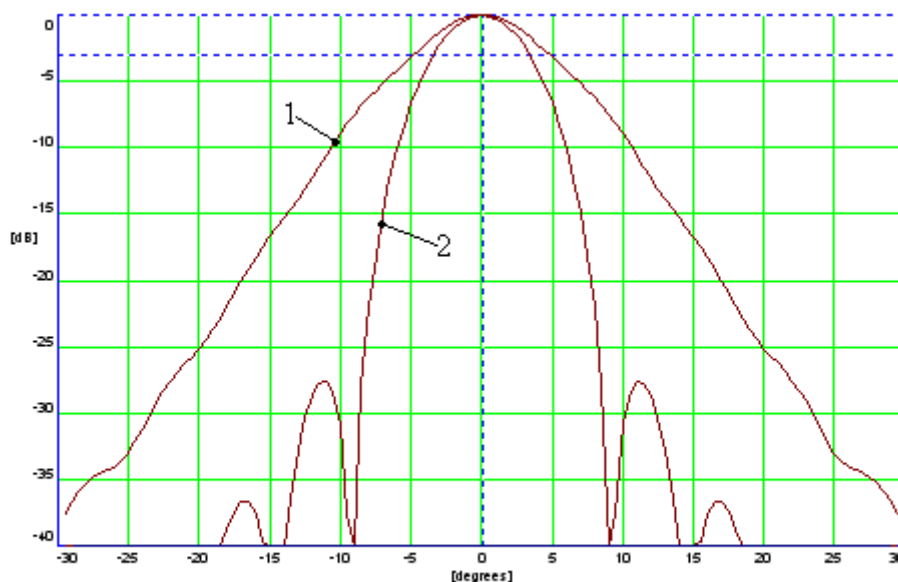


Рис. 3.

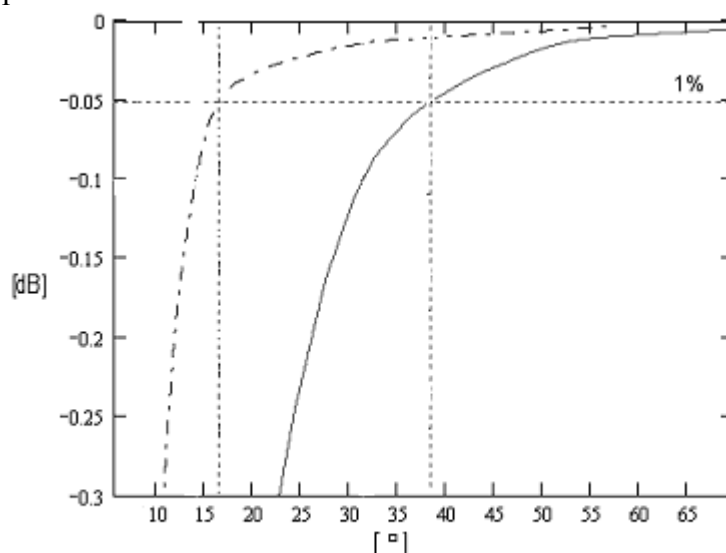
Для выбранного размера апертуры наименьшую ширину диаграммы можно получить при синфазном распределении, т.е при использовании линзы. Соответствующие результаты, полученные с помощью SAVOR показаны на рис. 4.



- 1- Диаграмма рупора с большими фазовыми ошибками ($D=8,8$ $L=17$)
- 2- Диаграмма рупора с малыми фазовыми ошибками ($D=8,8$ $L=3000$)

Рис. 4.

Как следует из рис. 4 наличие линзы уменьшает уровень бокового излучения (в одном и том же секторе углов) и соответственно коэффициента рассеяния по сравнению с рупором.



- для гофрированного рупора .
- - - для гофрированного рупора с линзой.

Рис. 5.

На рис. 5 построены теоретические зависимости коэффициента рассеяния от углового сектора для гофрированной рупорной антенны ($D=8.8$ см, $L=17$ см) и гофрированной рупорно-линзовой антенны ($D=8.8$ см, $L=3000$ см). Видно, что установка

линзы позволяет существенно снизить коэффициент рассеяния и можно получить коэффициент рассеяния порядка одного процента начиная с $16,5^0$.

С целью простоты изготовления была использована линза с одной преломляющей поверхностью. Для уменьшения потерь на отражение на поверхность линзы были нанесены согласующие слои.

Экспериментальные диаграммы направленности гофрированных рупорно-линзовых антенн и их сравнение с теоретическими значениями приведены на рис. 6.

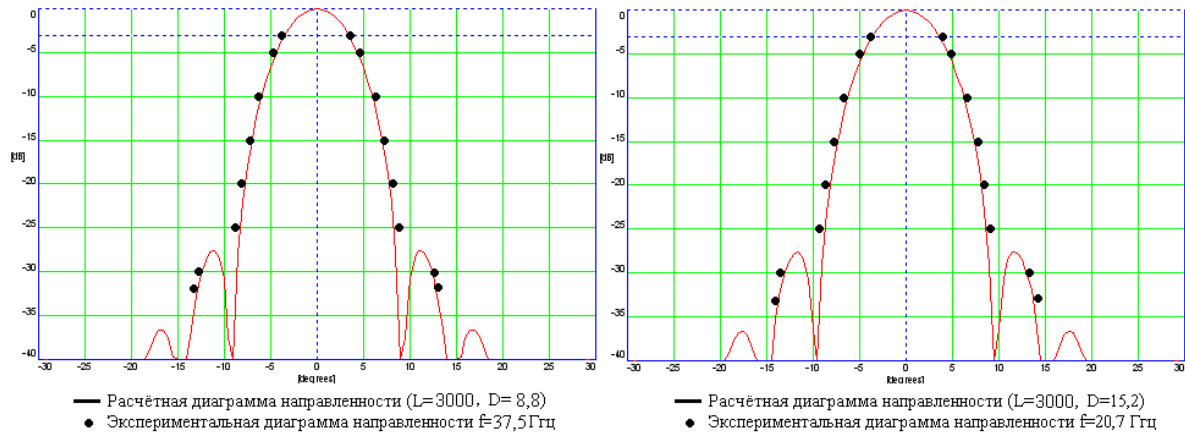


Рис. 6.

Хорошее соответствие теоретических и экспериментальных результатов позволяет утверждать, что гофрированные рупорно-линзовые антенны могут с успехом использоваться как антенны с низким уровнем бокового излучения для широкополосных систем СВЧ радиометрического зондирования атмосферы.

Литература

1. Цейтлин Н. М. Антенная техника и радиоастрономия. Москва. Советское радио. 1976г.
2. Струков И.А. Скулачёв Д.П. Ткачёв А.Н Проектирование бортовых антенн с низким уровнем бокового излучения. Сборник «Реликт 1»