

АНТЕННА СОНДА ОТ ФРЕНЕЛОВ ТИП

Л.П.Камбуров, Й.Р.Урумов, Х.Д.Христов
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ ВАРНА, БЪЛГАРИЯ
КАТЕДРА "РАДИОТЕХНИКА"

Увод

При практическото използване на електронни системи за измерване на височина, доплерови системи за измерване на скорост и др., е необходимо използването на антенни конструкции с ниско ветрово съпротивление, способни да запазват своята работоспособност в сложни метеорологични условия. Обикновено за тази цел се използват вибраторни антени, синфазни антенни решетки или диелектрични антенни. Вибраторните антенни конструкции обаче са най-пригодни за използване в метровия и дециметровия диапазон, а диелектричните антени имат принципални ограничения на коефициента на усилване и високи диелектрични загуби.

В настоящата публикация се изследва конструкцията на антена работеща в диапазона на сантиметровите вълни и отговаряща на много от изискванията за измерителни радиоелектронни устройства, способна да работи в условията на голямо ветрово натоварване и замърсяване с дим, прах, мъгла, устойчива на обледеняване и интензивен дъжд.

Описание на антенната конструкция и експериментални резултати.

Конструкцията на антенната е показана на фиг.1. Тя представлява рупорен или диелектричен облъчвател, с относително малко ветрово съпротивление (малки размери) и секциониран коаксиален вълновод разположен във втората зона на Френел. Диаграмата на насоченост на облъчвателя се подбира така, че коаксиалния вълновод се облъчва сравнително интензивно, като се търси компромис между ефективността на използването на пръстена и нивото на страничните листи. За разлика от пръстеновидната диелектрична антена, в предложената антенна система дефазирането се осъществява с помощта на вълноводна система с напречно сечение близко до правоъгълното (фиг.2), с цел осъществяване на еднаква фазова разлика за произволна поляризация на електромагнитните вълни. Също така, за разлика от конструкцията описана в [Л.1], изследваната антена се захранва с кръгъл вълновод, диелектричният облъчвател има конусообразна форма, а рупорният облъчвател представлява модифицирана гофрирана конична антена. Рупорният облъчвател позволява промяна на размерите на гофрите и на размера на рупора с цел извършване на експериментална

оптимизация на диаграмата на насоченост. Използвано е основното предимство на гофрираните рупори в сравнение с коничните за създаване на осисиметрична диаграма и ниски странични листи.

Теоретичните изследвания на тази антена се намират в начален стадий поради това, че не съществува в момента строг математичен модел за описание на тази конструкция. Изчисляването на характеристиките на насоченост на антената в първо приближение биха могли да бъдат извършени по метода на интегрирането на полето в апертурата при отчитането на реализираното амплитудно фазово разпределение от фокусиращата система.

В предложената конструкция дефазирането се получава не за сметка на намаляване на фазовата скорост в диелектричния пръстен, а при увеличаването ѝ във вълноводната система, поради което фазовата разлика може да бъде определена приблизително по формулата:

$$\Delta\varphi = \varphi_o - \varphi_B = \pi ,$$

където:

$$\varphi_o = \frac{2\pi}{\lambda_{св}} z, \quad \varphi_B = \frac{2\pi}{\lambda_B} z$$

са фазата на електромагнитните вълни при разпространението им в свободното пространство и вълноводната система. Секциите на коаксиалния вълновод приблизително се разглеждат като правоъгълни вълноводи с дължина z (Фиг. 2).

В доклада са представени резултатите от експерименталните изследвания на тази антенна конструкция. На фиг.3 е показана диаграмата на насоченост на облъчвателя (КНД = 13,4dB, широчина на диаграмата на насоченост на ниво -3dB $\theta = 42.7^\circ$). Тази диаграма съответствува на гофриран коничен рупор показан на фиг.4. На фиг.5 са представени диаграмите на насоченост на антената в Е и Н равнина (КНД 24dB, θ съответно 8.8° и 10.3° и нива на страничното излъчване -15dB и -17dB). На фиг.6 е показана кросполяризацияната характеристика при линейна поляризация, като степента на поляризация на развръзка е -28dB. Изследваната антенна конструкция с гофриран рупор, при отсъствие на диелектричен материал има коефициент на полезно действие близък до 1. Поради това основно внимание е отделено на КНД на антената. Последният е изчислен по метода на численото интегриране.

Съгласуването е измерено с помощта на вълноводна измерителна линия и плавен преход от правоъгълен към кръгъл вълновод. Получените резултати показват, че съществено влияние върху съгласуването има облъчвателя. Типична стойност на КСВ при различни варианти на облъчване е 1.6. Подобряване на КСВ може да бъде получено чрез съгласуващи устройства от класически тип.

Експерименталните изследвания показват, че антената може да работи в относително широк честотен диапазон. Формата на диаграмата на насоченост не се променя съществено в границите на 1 GHz и се изразява главно в повишаването на нивата на далечните странични листи с 4-5dB. Тези резултати могат да бъдат обяснени с обстоятелството, че промяната на честотата води до промяна на фазата на електромагнитните вълни разпространяващи се през вълноводната система, но поради принципалната несинфазност на фронта във френеловите лещи нарушаването на фазовия фронт в честотен диапазон не се проявява силно. В таблица 1 са дадени резултатите от сравнението между оптимална конична рупорна антена, антена с диелектричен пръстен и вълноводна антена от френелов тип с диелектричен и рупорен облъчвател.

Таблица 1

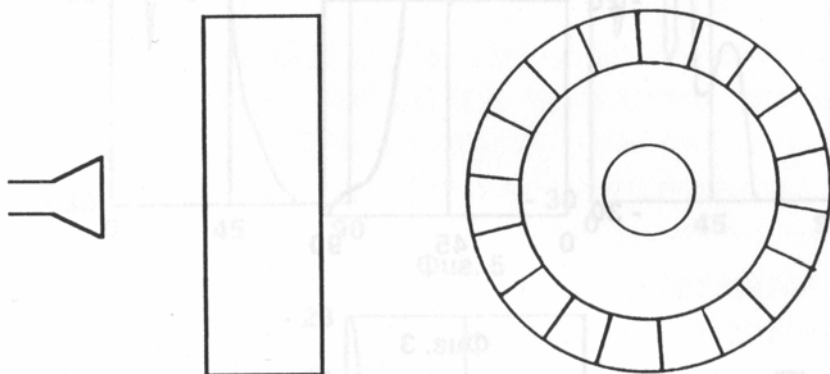
Параметри Антенни	ширина на диаграмата на ниво -3dB [°]		ниво на страничните листи [dB]		КНД [dB]	площ на антената [cm ²]
	Е-равнина	Н-равнина	Е-равнина	Н-равнина		
Оптимален коничен рупор	8.6	10	-17	-20	24	340
Антена с диелектричен пръстен [Л.1]	11	11	-12	-14.5	22	117
Антенна сонда с диелектричен облъчвател	12	14	-8.5	-11	21	17.5
Антенна сонда с рупорен облъчвател	8.8	10.3	-15	-17	24	92.5

Заклучение

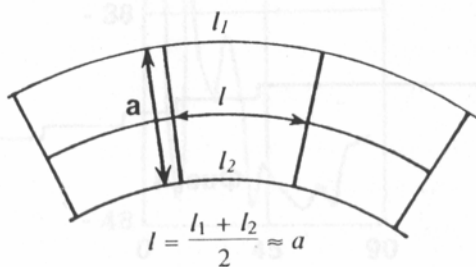
Получените резултати потвърждават целесъобразността от използването на тази антена в качеството на антенна сонда, поради ниско ветрово съпротивление и устойчивост на атмосферни влияния. По-нататъшните изследвания трябва да бъдат насочени към усъвършенстван математичен модел, който трябва да отчети краевите ефекти във вълноводната система и дифракцията от металните ръбове. Експерименталната оптимизация на следващите конструкции следва да бъде насочена върху намаляване на отраженията от френеловия пръстен и реализация на дефазиращо устройство с по-малки размери.

Литература

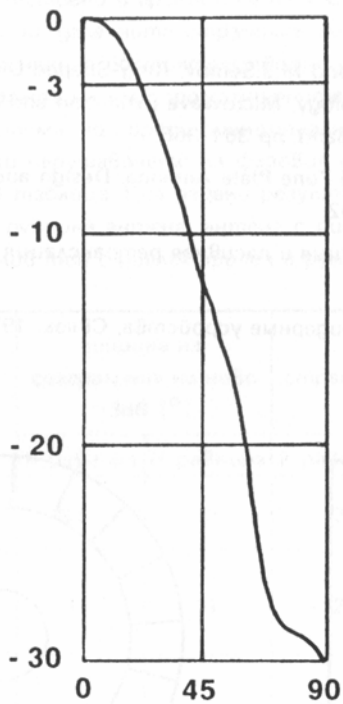
1. H.D.Hristov, J.R.Urumow and M.J.Semov, Ring-Shaped Dielectric Antenna, Advanced Antenna Technology, Microwave Exhibition and Publishers Ltd., a Reprint Volume, ED. England, pp 361-365.
2. L.C.J. Baggen, The Fresnel Zone Plate Antenna: Design and Analysis, Technische Universiteit Eindhoven, 1992
3. М.Т. Турусбеков, Дифракция и пассивная ретрансляция УКВ в горной местности, 1979.
4. А.З. Фрагин, Антенно-фидерные устройства, Связь, 1977.



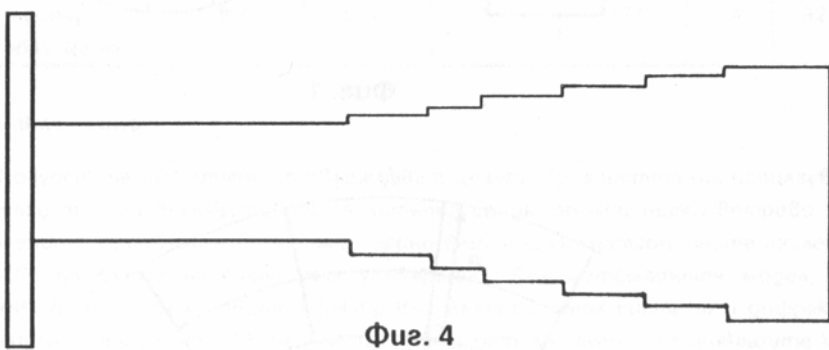
Фиг. 1



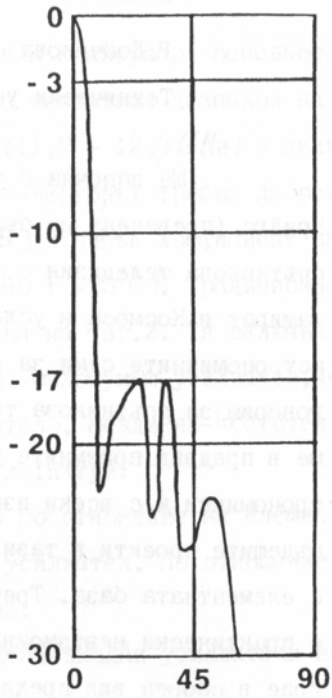
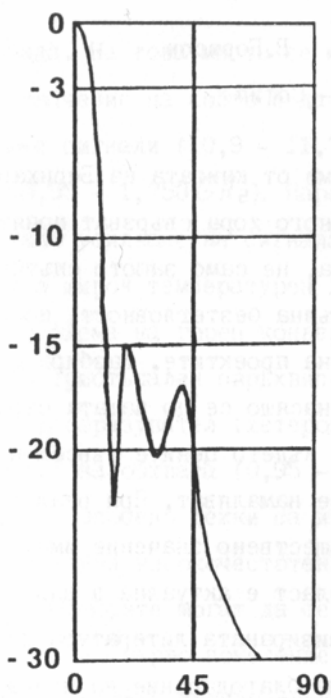
Фиг. 2



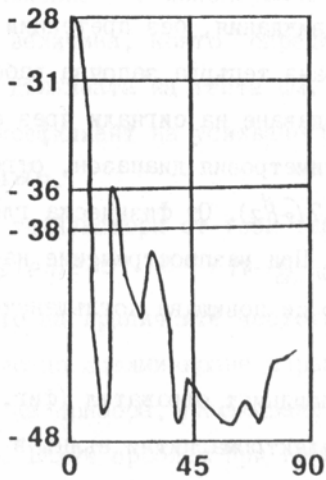
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6