

АНАЛИЗ НА НЯКОИ ОТ ОСНОВНИТЕ ФАКТОРИ ВЛИЯЕЩИ ПРИ ИЗБОР НА САТЕЛИТНА АНТЕНА

Димитър Македонски

Абстракт: Коефициентът на усилване е един от основните фактори, с които се съобразяваме при избора на сателитна антена. В статията е направено е кратко запознаване с основните параметри на сателитните антени и тяхната честотна зависимост и зависимост от конструктивните характеристики на антената. Използвани са данни от известни производители на такива антени и са дадени примерни изчисления. На базата на това е направен е анализ на влиянието на тези фактори върху работните характеристики. Направени са изводи и препоръки.

Ключови думи: сателитни антени, коефициент на усилване, загуби, честотна зависимост

ANALYSIS OF SOME OF THE MAIN FACTORS INFLUENCING THE SELECTION OF A SATELLITE ANTENNA

Dimitar Makedonski

Abstract: Gain factor is one of the main factors we consider when choosing a satellite antenna. In this paper a brief introduction is made to the main parameters of satellite antennas and their frequency dependence and dependence on the antenna design characteristics. Data from known manufacturers of such antennas are used and example calculations are given. Based on this, an analysis of the influence of these factors on the performance is made. Conclusions and recommendations are made.

Keywords: satellite antennas, gain factor, losses, frequency dependence

Въведение

Въпросът за избора на сателитна антена е изключително важен за практиката, защото качеството на приеманите спътникови сигнали зависи основно от нея. Коефициентът на усилване е един от основните параметри на антените. Тук ще разгледаме някои от основните фактори, които са свързани с този коефициент.

Честотна зависимост на коефициента на усилване на сателитна антена

За да се изясни този въпрос, ще използваме основния израз за определяне коефициента на усилване на антената [1][2].

В практиката той се дава с израза:

$$G = 4\pi S\eta/\lambda^2 \quad [\text{усилване в числена стойност}] \quad (1)$$

където: $S(\pi D/4)$ е площта на „отвора“ на антената;

λ - дължината на вълната на приемания сигнал;

η - коефициент на ефективност на рефлектора

Коефициентът η зависи от редица фактори.

За практически пресмятания той обикновено има стойност 0,5 (50 %); 0,55 (55%) или 0,6 (65 %).

В следващите разглеждания ние ще възприемем най-малкия коефициент 0,5 (50 %). За да може горният основен израз да добие по-удобен вид за изчисления, могат да се използват следните основни равенства от радиотехниката:

$$\lambda_{(m)} = 300 / f[\text{MHz}] = 0.3 / f[\text{GHz}]$$

В такъв случай след заместване на дължината на вълните в основния израз за определяне на усиляването на антената се получава:

$$G_{(\text{пъти})} = 4\pi S f^2 / (0.3)^2 \quad (2)$$

При антена с диаметър $D=1$ м и честота за приемане от спътник 12 GHz се получава:

$$G_{(\text{пъти})} = 7887,68$$

Този коефициент на усиляване обикновено се дава в децибели [dB]

$$G[\text{dB}] = 10 \lg [\text{усилване по мощност в пъти}]$$

За конкретно разглежданата антена с диаметър 1 m се получава:

$$G[\text{dB}] = 10 \lg 7887,68 = 38,97 \text{ dB} \approx 39 \text{ dB}.$$

Нека направим пресмятане за коефициента на усиляване на антена с диаметър 2 метра. След заместване в основната формула (2) се получава:

$$G[\text{dB}] = 31550 \text{ пъти}$$

След преизчисляване на усиляването в децибели се получава:

$$G[\text{dB}] = 10 \lg 31550 = 44,99 \approx 45 \text{ dB}$$

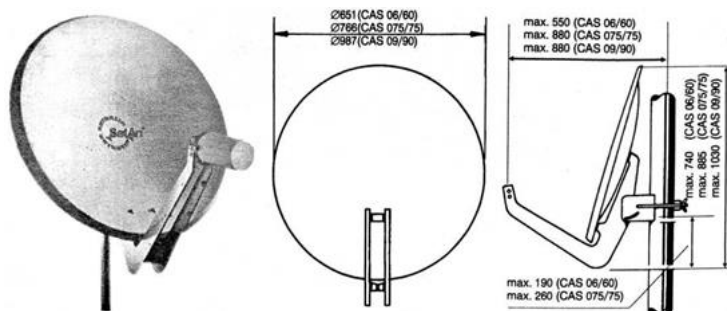
От разглежданията на двата примера се вижда, че антената с диаметър 2 m има усиляване 4 пъти по-голямо от антената от същия тип, но с диаметър 1 метър. Това се потвърждава от практиката.

Таблица 1			
Тип	CAS 06	CAS 075	CAS 509
Коефициент на усиляване [dB]	60	75	90
при 10,95-11,70 GHz	34,9	37,2	38,6
при 11,70-12,50 GHz	35,5	37,7	39,2
при 12,50-12,75 GHz	35,9	38,1	39,6

Ако се направи анализ на основната формула за коефициента на усиляване в зависимост от честотата се констатира, че той е честотно зависим. С увеличаване на честотата, усиляването на антената се увеличава. Поради тази причина обезателно трябва да се конкретизира коефициента

на усилване за определен честотен обхват.

За нашата страна представляват интерес антени с по-голям коефициент на усилване. Те са обикновено и с по-голям диаметър (1.2 m, 1.5 m и 1.8 m). Например фирмата KATHREIN произвежда антени с посочените диаметри. Тези антени са от типа CAS012, CAS015 CAS018 и са изработени с графитно покритие. На фигурата са показани снимка и основните проекции на антените на фирмата KATHREIN от типа CAS 06, CAS 075 и CAS 09 [3].



Коефициентите на усилване за честотния обхват от 10,95 GHz до 12,75 GHz за различните антени са групирани в три подобхвата. Тези коефициенти са дадени в таблица 1.

В таблица 2 са показани различните коефициенти на усилване в три честотни обхвата (от 10.95 до 12.75 GHz).

Таблица 2			
Тип	CAS012	CAS015	CAS018
Диаметър [m]	1.2	1.5	1.8
Коефициент на усилване в [Db]			
при 10,95-11,70 GHz	41,2	43,1	44,7
при 11,70-12,50 GHz	41,8	43,7	45,3
при 12,50-12,75 GHz	42,2	44,1	45,7

В основния израз за определяне коефициента на усилване на сателитните антени фигурира коефициентът на ефективност η . Този коефициент зависи от много фактори.

На практика този коефициент приема стойности 0,5, 0,55 и 0,6. В таблица 3 са показани стойностите на коефициенти на усилване (в децибели) при различни диаметри на антената и различни коефициенти на ефективност.

В последните години поради редица фактори от технологичен и конструктивен характер редица фирми дават сведения, че е постигнат коефициент на ефективност $\eta = 0,7 \div 0,8$.

Диаметър [m]	Таблица 3		
	Коефициент на усилване [dB]		
	$\eta = 0,5$	$\eta = 0,55$	$\eta = 0,6$
0,5	33,95	33,37	33,75
1	38,97	39,38	39,77
1,2	40,55	40,97	41,34
1,5	42,50	42,91	43,29
1,8	44,07	44,49	44,86
2	44,99	45,41	45,79
2,5	46,93	47,35	47,72

Коефициент на усилване и коефициент на ефективност на антената

Анализът за определяне коефициента на усилване на сателитни телевизионни антени бе направен на база на основния израз за определяне коефициента на усилването (1).

Коефициентът на усилване зависи от диаметъра на антената (рефлектора) и честота на приеманите телевизионни сигнали. Честотата е изразена чрез дължината на вълната λ . Коефициентът на усилване в зависимост от диаметъра и честотата за три типа антени производство на фирмата Hirschmann е показан в табл. 1. От таблицата се вижда, че коефициентът на усилване е фиксиран точно за определен диаметър и честотен обхват [3].

В основния израз за определяне коефициента на усилване на антената фигурира коефициентът на ефективност η ,

Таблица 4						
Тип	Диаметър [m]	Честотен обхват (GHz)	Коефициент на усилване [Db]	Ъгъл определящ половината от широчината на диаграмата на насоченост (3 dB) α_0 [ъглови граници]	Шумова температура, при 30° гъл на елевация [K]	Качествен фактор [S/T]
CSA1212G	1,2	10,95+12,75	40,6+41,0	$\leq 1,15^\circ$	45K	19 dB/K
CSA1510L	1,5	10,95+12,75	42,8+43,7	$\leq 1,2^\circ$	45K	21,1 dB/K
CSA1810L	1,8	10,95+12,75	44,3+45,3	$\leq 1^\circ$	40K	22,2 dB/K

По нагоре бе изтъкнато, че този коефициент е от особена важност по две причини.

Първата причина е, че той по принцип (това вижда от формулата) участва в израза за определяне коефициента на усилване. От неговата стойност се определя действителното значение на коефициента на усилване. Тази особеност се подчерта в таблица 3.

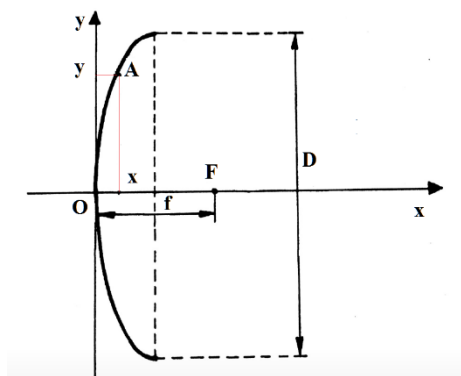
Втората особеност е, че коефициентът на ефективност има различни стойности за различни типове антени от отделни фирми.

В практиката се посочва, че този коефициент има стойността от 0,5 до 0,7. В последните години в различни фирмени каталози се споменава за коефициент на ефективност 0,8.

За да се отговори на поставения по-горе въпрос, е необходимо да се изброят факторите от които зависи коефициента на ефективност на антената, а това са:

- Неравномерна повърхност на рефлектора;
- коефициент на отражение от тази повърхност;
- отразяване на енергия от крепежни материали;
- загуби от неточно поставяне на конвертора от точката на фокуса.

Рефлекторът трябва да бъде с много гладка повърхност. Повърхността на рефлектора е парабола. Това означава, че всяка точка (A) на тази повърхност ще трябва да има координати по x и y формирани на база на основното уравнение $y^2 = 4fx$.



Където:

f – е фокусното разстояние;

x и y са съответно разстояния по координатните оси x и y .

Формирането на тази повърхност представлява технически проблем при изработката на рефлектора. Този проблем е толкова по-голям, колкото диаметърът на антената е по-голям. Това важи особено за „периферията“ на антената.

От друга страна повърхността на рефлектора трябва да бъде обработена с голяма точност. За потребителите на рефлектори е важно да се знае колко прецизно трябва да бъде обработена площта. Обикновено точността на обработката е свързана с дължината на вълната на приеманите сигнали.

Ако изходим от основната зависимост между дължина на вълната и честотата

$$\lambda_{[sm]} = 30/f_{[GHz]}$$

При честота 12,6 GHz дължината на вълната е 7,5 cm.

Приема се, че за да се отразява енергия без загуби повърхността на рефлектора трябва да бъде обработена с точност между $\lambda/32$ до $\lambda/46$. В размери това е между 2,3 mm до 4,6 mm.

Тук е необходимо да се посочи една особеност. Колкото честотата е по-голяма (дължината на вълната е по-малка), изискванията за по-точна обработка на повърхността на рефлектора са по-строги.

Редица фирми са направили изследвания за допустимата обработка на рефлекторите в областта на приемника на сигнали в KU-band. Резултатите от тези изследвания са групирани в таблица 5.

Таблица 5					
Неравномерност на обработката на повърхността на рефлектора [mm]	0,1	1	2	3	4
Допустими загуби от тази неравномерност[%]	3	30	50	65	75

Неравномерностите на повърхността на рефлектора могат да бъдат причинени от различни фактори. Някои от тях са неравномерности при изработката на антената, деформации от удари при монтажа и неравномерности от замърсяване и заледряване и др.

Загубите в антената могат да бъдат и от самото монтиране - загуби от елементите за монтиране: щанги, болтове и др.

Загуби от „неравномерност“ могат да се причислят и при случаите, когато възбудителят на конвертора не е монтиран точно във фокуса на рефлектора.

Можем да обърнем внимание на два типа „неравномерности“ или дефекти при изработка на антената. Единия тип дефект е отклонението на формата на рефлектора от уравнението на параболата. Това отклонение е най-голямо по периферията на рефлектора. Другия тип дефекти са в следствие на обработката на повърхността. При наличие на тези дефекти известна част от отразения сигнал се насочва към фокуса на антената, а другата част се разсейва.

Ефективността на антената се намалява и от крепежните рейки. От тяхната повърхност също се отразява енергия. Отразява се и от задната част на самия конвертор. Разбира се „засенчването“ на крепежните рейки и конвертора на повърхността на рефлектора са в различна

степен при различните типове антени. При антените с по-малки размери това засенчване е в по-ясно изразено.

Това са особеностите към които различните фирми производителки се стремят да оптимизират. Не случайно фирми които произвеждат рефлектори с добри качествени показатели, са звена на големи машиностроителни заводи (производство на алуминий и стомана).

Изводи

Разгледани бяха и се анализираха технологичните и монтажните фактори, които определят коефициента усилване и коефициента на ефективност на сателитните антени. При оптимизиране на тези коефициенти се намесват различни фактори, както и така наречените „атмосферни“ фактори. Кой са тези фактори: замърсяване на рефлектора, залежаване и заснежаване. Оказва влияние върху ефективността на рефлектора и покриването с воден слой (намокряне) на антената след дъжд, роса, мъгла и др. Изброените фактори трудно се поддават на анализ.

Онова, което може да се подчертае, е че е важно да се намали влиянието на тези фактори. Това води към извода, че трябва да се използват антени от офсетов тип. Този извод се налага по следните две причини: Ако сравним две антени с еднакви размери (едната от офсетов тип, а другата - симетрична), то те имат различен коефициент на усилване. По-добра е офсетовата антена, а това се дължи на факторите които се изтъкнаха по-горе. И втората причина - че офсетовата антена има по-добра защитеност против атмосферни влияния.

References

[1]. Димитър Мишев, Димитър Македонски, Искра Йорданова, „Сателитна и кабелна телевизия – част 1“, КолорПринт -Варна, 1997г., ISBN-9548284480

[2]. Д. Македонски, „Системи за колективно телевизионно приемане“, Техника, София, 1985г., ISBN 9549420043 60

[3]. Д. Македонски, Защо някои фирми имат по-добър коефициент на усилване на антената, сп. Сателитна Телевизия, бр. 4, стр.51, ТЕОМА, Варна, ISSN-1310-2788.