

Ն.Գ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

ՄԵՏԱՂԱ-ԴԻԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱԿԱՆ ԱԼԻՔՍԱՐԱՅԻՆ ԳՐԳՈՒՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄ

Հետազոտված է մետաղա-դիէլեկտրիկական ալիքատարի (ՄԴԱ) բարձր արդյունավետությամբ գրգռման նոր մեթոդ: Ցույց է տրված, որ գրգռող փողի լայն մասում տեղադրված մետաղական թիթեղների օգնությամբ H_{10} աշխատանքային ալիքով կարելի է ձևավորել դաշտի այնպիսի բաշխվածություն, որը շատ մոտ լինի մետաղա-դիէլեկտրիկական ալիքատարի LM_{11} աշխատանքային ալիքի դաշտի բաշխվածությանը: Ֆելդ-Ջաքսոնի մեթոդով հաշվարկված է LM_{11} աշխատանքային ալիքի գրգռման արդյունավետությունը, որը կազմել է՝ $\eta_{\text{առվ}}=0.987$: Գրգռիչի փորձնական հետազոտությունները կատարվել են 25...27 ԳՀg հաճախային ընդգրկությամբ: Ստացվել է հաշվարկային և փորձնական արդյունքների բավականին լավ համընկնում:

Առաջադիմ բառեր. մետաղա-դիէլեկտրիկական ալիքատար, գրգռիչ:

Միլիմետրային և մերձմիլիմետրային ընդգրկությամբ ստանդարտ մետաղական ալիքատարների կիրառումը սահմանափակվում է մարման զգալի մակարդակով և լայնական կտրվածքի փոքր չափերով (դրանք համեմատական են ալիքի երկարությանը) [1]: Ալիքատարի փոքր չափերն արգելակում են մեծ հզորությունների հաղորդումը և դժվարացնում նրա ճշգրիտ պատրաստումը: Լայն մետաղա-դիէլեկտրիկական ալիքատարները (ՄԴԱ) գուրկ են վերոհիշյալ թերություններից [2]: Այս առումով արդիական է ՄԴԱ-ի արդյունավետ գրգռման հարցը:

Քառակուսի կտրվածքով մետաղա-դիէլեկտրիկական ալիքատարի ամենապարզ գրգռումը կատարվում է H_{10} աշխատանքային ալիքով ուղղանկյուն մետաղական ալիքատարի օգնությամբ: ՄԴԱ-ի հետ մետաղյա լայն կտրվածքով ալիքատարի կցման ժամանակ լայնական չափերի համապատասխան ընտրությունն ապահովում է գրգռման բավականին մեծ արդյունավետություն՝ $\eta=0.93$ [2]: Մի շարք դեպքերում նշված մակարդակն անընդունելի է: Գրգռվող ալիքատարում փոխակերպման կորուստները նվազեցնելու համար անհրաժեշտ է այնտեղ կազմավորել այնպիսի դաշտ, որում դաշտի բաղադրիչների լայնությանին և փուլային բաշխվածությունները համընկնեն ՄԴԱ-ի LM_{11} ալիքի դաշտի բաշխվածության հետ:

Երկու ալիքատարների անմիջական կցման ժամանակ մետաղական ալիքատարի դաշտը ՄԴԱ-ում գրգռում է ալիքների գումար: Ֆելդ-Ջաքսոնի եղանակով ստացված բանաձևը թույլ է տալիս հաշվել i -րդ ալիքի P_i հզորությունը [3].

$$P_i = \frac{\left| \int_{S_1} [\vec{E}_0 \vec{H}_i] \cdot \vec{n} dS \right|^2}{\left| \int_S [\vec{E}_i \vec{H}_i] \cdot \vec{n} dS \right|^2}, \quad (1)$$

որտեղ S_1 -ը գրգռող ալիքատարի կտրվածքի արդյունավետ մակերեսն է; S -ը՝ ՄԴԱ-ի լայնական կտրվածքը; $\vec{I}$ -ը՝ Oz առանցքի ուղղությամբ միավոր վեկտորը, $\vec{E}_0$ -ը և $\vec{H}_0$ -ը՝ գրգռող ալիքի դաշտի բաղադրիչներ, որոնց արտահայտությունները բերված են [4]-ում: $\vec{E}_i$ -ը և $\vec{H}_i$ -ը՝ գրգռվող ալիքի դաշտի բաղադրիչներն են, որոնց արտահայտությունները բերված են [2]-ում:

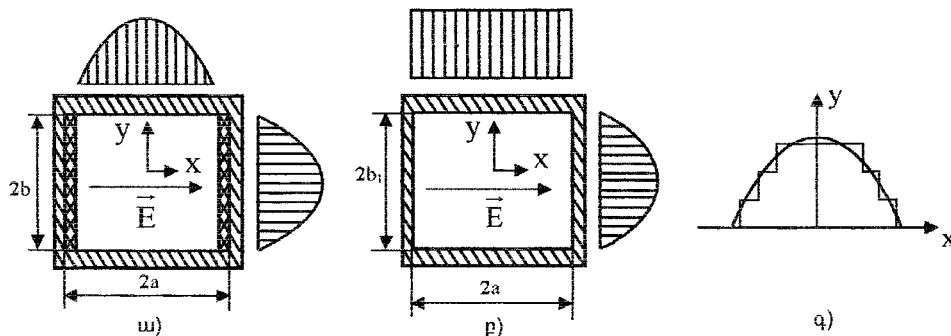
Ընկնող ալիքի հզորությունը հաշվարկվում է որպես S_1 մակերեսով Ումով-Պոյտինգի վեկտորի հոսքի իրական մաս.

$$P_0 = \operatorname{Re} \int_{S_1} [\vec{E}_0 \vec{H}_0^*] \cdot \vec{I} dS, \quad (2)$$

գրգռման արդյունավետությունը՝

$$\eta = P_i / P_0 : \quad (3)$$

Եթե գրգռող ալիքատարի ելքային կտրվածքում ձևավորվի դաշտի աստիճանաձև բաշխում, ապա մետաղա-դիէլեկտրիկական ալիքատարի գրգռման արդյունավետությունը կլինի այնքան մեծ, որքան այդ բաշխումը մոտ լինի կոսինուսիդալ բաշխմանը (նկ.1):



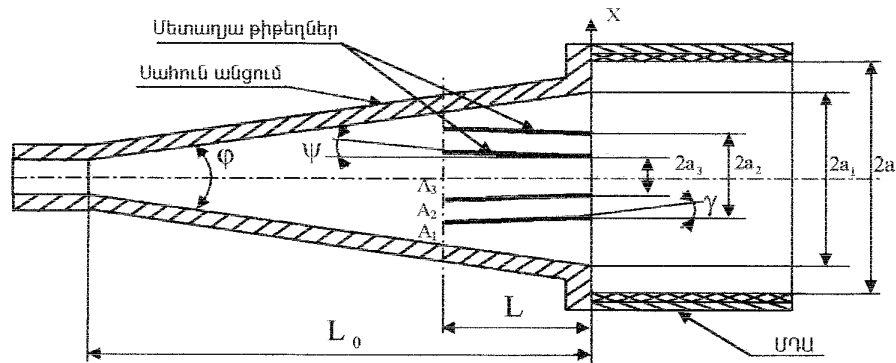
Նկ.1. Ալիքատարի լայնական կտրվածքում (ա) LM_{11} և (բ) H_{10} ալիքի դաշտի բաշխման էպյուրները; գ) ՄԴԱ-ի գրգռումն ալիքատարի լայն պատով H_{10} ալիքի դաշտի աստիճանաձև բաշխմամբ

H_{10} աշխատանքային ալիքով լայն մետաղական ալիքատարում այդպիսի բաշխում կարելի է ստանալ, եթե այդ ալիքատարը բաժանվի հինգ անցուղիների (նկ. 2). դաշտի A_1 և A_2 լայնություններով՝ երկու կողայինի և A_3 լայնությամբ՝ կենտրոնականի: Դրա համար բավական է գրգռիչի ելքային մասում տեղադրել փողի պատերի հետ էլեկտրական հպումով թիթեղներ:

Տեղադրելով LM_{11} և H_{10} ալիքների դաշտերի բաղադրիչների արտահայտությունները (3)-ի մեջ, կստանանք՝

$$\eta = \frac{8}{\pi^2} \frac{\left[A_1 \sin \frac{\pi a_1}{2a} + (A_2 - A_1) \sin \frac{\pi a_2}{2a} + (A_3 - A_2) \sin \frac{\pi a_3}{2a} \right]^2}{\frac{a_1}{a} A_1^2 + \frac{a_2}{a} (A_2^2 - A_1^2) + \frac{a_3}{a} (A_3^2 - A_2^2)}, \quad (4)$$

որտեղ a -ն, a_1 -ը, a_2 -ը և a_3 -ը ՄԴԱ-ի և գրգռիչի չափերն են (նկ. 2):



Նկ.2. ՄԴԱ գրգռիչի կառուցվածքը

Թերթիկների երկարությունը որոշվում է էներգիայի պահպանման օրենքով, վերջնական բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

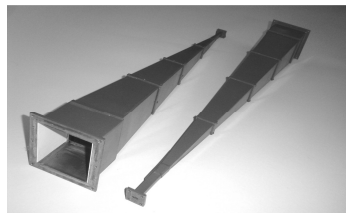
$$L = \frac{a_1 - a_2(1+k) + ka_3}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + (1+k)\operatorname{tg} \psi - k\operatorname{tg} \gamma}, \quad (5)$$

որտեղ $k = \frac{A_1^2}{A_2^2} \frac{a_1 - a_2}{a_2 - a_3}$:

Հայտնի է, որ ՄԴԱ-ի առավելություններն ի հայտ են գալիս, երբ նրա լայնական կտրվածքի $2a$ չափը հավասար է 7λ -ի [1]: LM_{11} աշխատանքային ալիքի համար արդյունավետության առավելագույն արժեքը՝ $\eta_{\text{առվ}}=0,987$: Գրգռման արդյունավետության բանաձևի թվային հետազոտությունները ցույց են տվել, որ $\eta_{\text{առվ}}=0,987$, երբ $A_1=0,175$, $A_2=0,333$, $A_3=0,51$, $a_1/a=0,91$, $a_2/a=0,71$, $a_3/a=0,477$ և $b=b_1$:

Ստացված արդյունքների փորձնական հետազոտությունների համար պատրաստվել են երկու նմուշներ, որոնցում մետաղյա թերթիկները տեղադրված են միմյանց զուգահեռ, այսինքն՝ $\psi = \gamma = 0$: 25...27 ԳՀԳ հաճախային ընդգրկությամբ ՄԴԱ-ի լայնական կտրվածքն ընտրվել է 70×70 մմ² չափերով: Առաջին գրգռիչում բոլոր չափերն ընտրվել են արդյունավետության առավելագույն մեծությանը համապատասխանող արժեքներին հավասար:

Երկրորդում՝ միայն a_1 -ը և a_2 -ն են ընտրվել ըստ վերը նշված պայմանի: Երկու գրգռիչների երկարություններն ընտրվել են 765 մմ: Առաջին գրգռիչում գումարային կորուստները կազմել են 0,35 դԲ, երկրորդում՝ 0,45 դԲ: Գրգռիչների արտաքին տեսքը բերված է նկ. 3-ում: Երկու դեպքերում էլ չափման սխալները կազմել է 20%:



Նկ. 3. Գրգռիչների արտաքին տեսքը

Ինչպես երևում է ստացված արդյունքներից, հաշվարկային և փորձնական արժեքները բավականին լավ են համընկնում միմյանց: Մշակված գրգռիչը կարող է լայն կիրառություն գտնել տարբեր նշանակության ԳԲՀ սարքերում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Техника субмиллиметровых волн / Под ред. проф. **Р.А. Валитова**. -М.: Сов. радио, 1969.-480с.
2. **Казанцев Ю. Н., Харлашкин О. А.** Прямоугольные волноводы класса «полый диэлектрический канал» // Радиотехника и электроника.-1978.-Т. 23, №10. - С. 2060-2068.
3. **Каценеленбаум Б.З.** Теория нерегулярных волноводов с медленно меняющимися параметрами. -М.: Изд. АН СССР, 1961. -216с.
4. **Вайштейн Л. А.** Электромагнитные волны. -М.: Сов. радио, 1957.-381 с.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 05.07.2003:

Н.Г. СТЕПАНИН

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ

Рассмотрен новый способ высокоэффективного возбуждения металло-диэлектрического волновода. Показано, что при помощи металлических пластин, установленных в широкой части возбуждающего рупора с рабочей модой H_{10} , можно формировать распределение поля, близкое к распределению рабочей моды LM_{11} металло-диэлектрического волновода. Методом Фельд-Заксона рассчитана эффективность возбуждения рабочей моды LM_{11} , которая составила $\eta_{\max}=0,987$. Экспериментальные исследования возбуждителя проводились в диапазоне 25...27 ГГц. Получено хорошее совпадение расчетных и экспериментальных результатов.

N.G. STEPANYAN

INVESTIGATION OF METAL-DIELECTRIC WAVEGUIDE EXCITER

A new highly effective type of metal-dielectric exciter has been studied. It is shown that by means of metal plates set up in the broad part of stimulant loud-hailer with working mode H_{10} , it is possible to form a distribution field which is close to the distribution of metal-dielectric waveguides working mode LM_{11} . The efficiency of working mode excitation LM_{11} has been calculated by Feld-Zaxon method, which constitutes $\eta_{\max}=0,987$. Experimental researches of the exciter were held in the range of 25...27 GHz. A successful coincidence of the calculated and experimental results has been obtained.