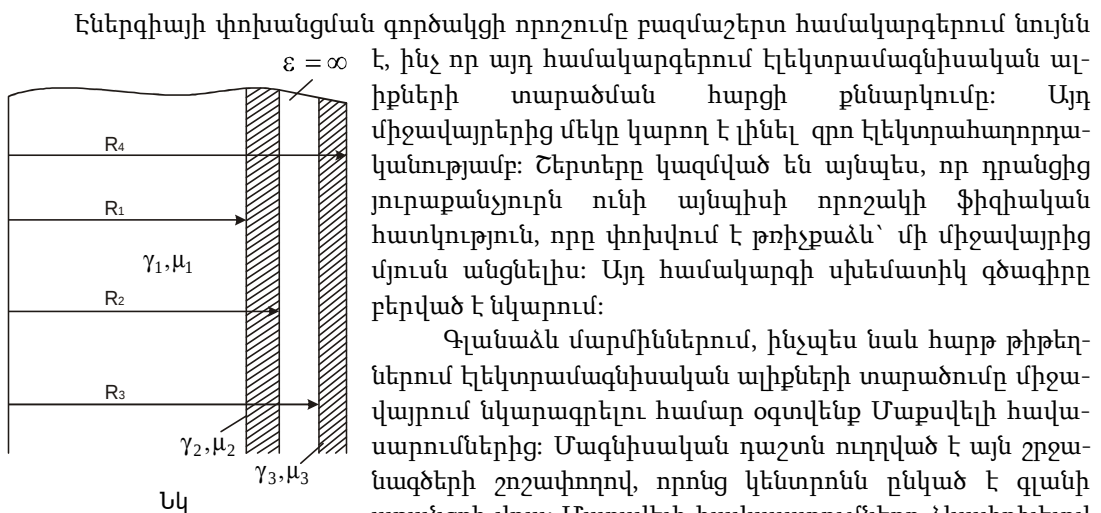


Վ.Ա. ՏՈՆՈՑԱՆ

ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓՈԽԱՆՑՈՒՄԸ ՄԱԳՆԻՍՏԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՄԻՋՈՑՈՎ
ԻՆԴՈՒԿՑԻՈՆ ՏԱՔԱՑՄԱՆ ԲԱԶՄԱՇԵՐՏ ԳԼԱՆԱՑԻՆ ՄԱՐՄՆՈՒՄ

Դիտարկված է բազմաշերտ համակարգ տարբեր էլեկտրատեխնիկական պարամետրերով (ε, μ), որոնք փոխվում են թռիչքաձև և նման համակարգերում էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածումը: Ստացվում է, որ մի շերտից մյուսը էներգիայի փոխանցման գործակիցը կախված է շերտի հաստությունից, ամբողջ համակարգի պարամետրերից և շերտի էլեկտրատեխնիկական պարամետրերից, ինչպես նաև մագնիսական դաշտի հաճախությունից, ամբողջ համակարգի երկրաչափական չափերից և ձևից:

Առանցքային բառեր. բազմաշերտ համակարգ, մագնիսական թափանցելիություն, Բեսսելի ֆունկցիա, Պոյտինգի վեկտոր, ալիքի թափանցելիություն:



այլապես, ինչպես հարթ ալիքների դեպքում, կստանանք.

$$\nabla^2 \dot{H}_m = j\omega \varepsilon \gamma H_m, \quad (1)$$

որտեղ ∇^2 - ն Լապլասի օպերատորն է, $j = \sqrt{-1}$, $\omega = 2\pi f$ - ը ցիկլային հաճախությունն է, μ - ն՝ միջավայրի մագնիսական թափանցելիությունը, ε - ն՝ դիէլեկտրիկ թափանցելիությունը:

Գլանային կոորդինատային համակարգում կստանանք՝

$$\frac{d^2 H_m}{dx^2} + \frac{1}{x} \cdot \frac{dH_m}{dx} - \dot{H}_m = 0, \quad (2)$$

որտեղ H_m - ը մագնիսական դաշտի լարվածության վեկտորի կոմպլեքս լայնույթն է,

Էլեկտրական դաշտի լարվածության վեկտորի կոմպլեքս լայնույթի համար կստանանք.

$$\frac{d^2 E_m}{dx^2} + \frac{1}{x} \cdot \frac{dE_m}{dx} - \left(1 + \frac{1}{x^2}\right) \cdot \dot{E}_m = 0: \quad (3)$$

(2) և (3) - ը Բեսելի հավասարումներն են: Այս հավասարումները պետք է լուծել յուրաքանչյուր միջավայրում՝ օգտվելով եզրային պայմաններից, ըստ որի էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի տանգենցիալ բաղադրիչներն անընդհատ են բաժանման սահմանների վրա, իսկ էլեկտրական դաշտի տանգենսի բաղադրիչները տարբեր միջավայրերում հավասար են: Տարբեր միջավայրերում լուծումներն ունեն հետևյալ տեսքերը

1-ին շերտում՝

$$\begin{aligned} H_{m1} &= A_1 I_0(x_1), \\ \dot{E}_{m1} &= -\sqrt{\frac{j\omega\mu_1}{\gamma_1}} A_1 I_1(x_1): \end{aligned} \quad (4)$$

2-րդ շերտում՝

$$\begin{aligned} H_{m2} &= A_2 I_0(x_2) + A_3 K_0(x_2), \\ \dot{E}_{m2} &= \sqrt{\frac{j\omega\mu_2}{\gamma_2}} (A_2 I_1(x_2) - A_3 K_1(x_2)): \end{aligned} \quad (5)$$

3-րդ շերտում

$$\begin{aligned} H_{m3} &= A_4 I_0(x_3) + A_5 K_0(x_3), \\ \dot{E}_{m3} &= \sqrt{\frac{j\omega\mu_3}{\gamma_3}} (A_4 I_1(x_3) - A_5 K_1(x_3)), \end{aligned} \quad (6)$$

որտեղ I_0 - ն զրո կարգի առաջին սեռի Բեսելի ֆունկցիան է, I_1 - ն՝ առաջին սեռի առաջին կարգի Բեսելի ֆունկցիան, իսկ K - ն՝ համապատասխան սեռի և կարգի Բեսելի մոդիֆիկացված ֆունկցիան: H_{m0} - ն, որը իրական մեծություն է, ժամանակից կախված փոխվում է ներդաշնակ օրենքով: Էներգիայի փոխանցման գործակիցը որոշելու համար հաշվենք կոմպլեքս Պոյնտինգի վեկտորը, այնուհետև նրա իրական մասը՝ շերտի արտաքին և ներքին տիրույթում, և կազմենք դրանց հարաբերությունը, որը կլինի տվյալ շերտով էներգիայի փոխանցման գործակիցը: Տվյալ շերտով էներգիայի փոխանցման գործակիցը հավասար է Պոյնտինգի կոմպլեքս վեկտորի իրական մասի և շերտի արտաքին ու ներքին մասերի հարաբերությանը:

Երրորդ շերտով էներգիայի փոխանցման գործակիցը՝

$$\eta_{21} = \frac{R_1}{R_2} V_{21} \left(\frac{A_1 A_2 + B_1 B_2}{AC + BD} \right), \quad (7)$$

որտեղ

$$\begin{aligned}
 A = & - \left(\frac{R_1}{R_2} V_{11} \sqrt{\frac{\gamma_2 \mu_2}{\gamma_1 \mu_2}} \cdot \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + \frac{\mu_0 (R_2^2 - R_1^2)}{2R_2} W_{11} \cdot \sqrt{\frac{\gamma_2 \omega}{\mu_2}} \right) \cdot [Z_{23} (\Phi_{22} Z_{22} V_{23} - \\
 & - X_{22} Z_{22} Z_{23} + X_{22} W_{22} T_{23} - \Phi'_{22} W_{22} W_{23}) - W_{23} (X_{22} Z_{22} T_{23} - \Phi'_{22} Z'_{22} V_{23} - \\
 & - \Phi_{22} W_{22} V_{23} + X_{22} W_{22} S_{23})] - \left(\frac{R_1}{R_2} V_{11} \sqrt{\frac{\mu_1 \gamma_2}{\gamma_1 \mu_2}} \cdot \frac{bc - ad}{c^2 + d^2} + \frac{\mu_0 (R_2^2 - R_1^2)}{2R_2} Z_{11} \sqrt{\frac{\gamma_2 \omega}{\mu_2}} \right) \times \\
 & \times [Z_{23} (X_{22} Z_{22} T_{23} - \Phi'_{22} Z_{22} V_{23} - \Phi_{22} W_{22} V_{23} + X_{22} W_{22} S_{23}) + W_{23} (\Phi_{22} Z_{22} V_{23} - \\
 & - X_{22} Z_{22} S_{23} + X_{22} W_{22} T_{23} - \Phi'_{22} W_{22} W_{23})] - X_{22} [Z_{23} (Z_{11} S_{22} V_{23} - Z_{11} V_{22} S_{23} + \\
 & + W_{11} V_{22} T_{23} - W_{11} T_{22} T_{23}) - W_{23} (Z_{11} V_{22} T_{23} - Z_{11} T_{22} V_{23} - W_{11} S_{22} V_{23} + W_{11} V_{22} S_{23})] :
 \end{aligned}$$

Նման ձևափոխություններ կատարելով՝ կստանանք $A_1, A_2, B, B_1, B, C, D$ գործա-
կիցները:

Կատարելով որոշ գործողություններ (մոտավորություններ)՝ կստանանք.

$$\eta_{21} = \frac{(1 - m^2) e^{\frac{2\tau_2}{\Delta_2}}}{1 - m^2 e^{\frac{4\tau_2}{\Delta_2}} - 2me^{\frac{2\tau_2}{\Delta_2}} \sin \frac{2\tau_2}{\Delta_2}}, \quad (8)$$

որտեղ

$$m = \left(1 - \sqrt{\frac{\gamma_2 \mu_1}{\gamma_1 \mu_2}} \right) / \left(1 - \sqrt{\frac{\gamma_2 \mu_1}{\gamma_1 \mu_2}} \right) :$$

$\tau_2 = R_2 - R_1$, Δ_2 - ը ալիքի թափանցման այն տիրույթն է, որտեղ այն փոքրանում է
I անգամ: Ալիքի թափանցման տիրույթը կախված է միջավայրի մագնիսական թափանցե-
լիությունից և ալիքի հաճախությունից: Նմանատիպ եղանակով կարող ենք որոշել η_{23} -
ը: Նույնպիսի խնդիր դիտարկվել է հարթ թիթեղի համար [1-4], դրանց արդյունքները
համընկնում են նշված արտահայտությունների հետ, եթե կորության շառավիղը
ձգտեցնենք անվերջության:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Немков В.С.** Индукционный нагрев цилиндрических оболочек с произвольной толщиной стенки // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. -1979. -N3. -С. 109-114.
2. **Круминь Ю.К.** Основы теории и расчета устройств с бегущим магнитным полем.- Рига, 1983.- 278с.
3. **Сарапулов. Ф.Н.** Расчет мощностей и электромагнитных сил в установках индукционного нагрева.- Екатеринбург, 1998.- 90 с.
4. **Фандрова Л.П.** Полупроводниковые комплексы для индукционного нагрева (анализ и компьютерное моделирование).- Уфа, 2003.- 181 с.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրության 10.04.2009:

В.А. ТОНОЯН

ПЕРЕДАЧА ЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В МНОГОСЛОЙНОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ТЕЛЕ С ИНДУКЦИОННЫМ НАГРЕВОМ

Изучена многослойная система для различных электротехнических параметров (ϵ, μ), изменяющихся скачкообразно. Рассмотрено распространение электромагнитных волн в такой системе. Показано, что коэффициент передачи энергии из одного слоя в другой зависит от толщины и электротехнических параметров слоя, параметров общей системы, а также от частоты магнитного поля, геометрических размеров и форм общей системы.

Ключевые слова: многослойная система, магнитная проницаемость, функция Бесселя, вектор Пойтинга, проницаемость волн.

V.A. TONoyAN

ENERGY TRANSMISSION BY MAGNETIC FIELD IN MULTILAYER CYLINDRICAL BODY WITH INDUCTION HEATING

A multilayer system for different electrical engineering parameters (ϵ, μ) changing stepwise is studied. In such a system electromagnetic wave propagation is discussed. It is shown that energy transmission coefficient from one layer into another depends on thickness and electrical engineering parameter layer, general system parameters as well as magnetic field frequency, geometric dimensions and general system forms.

Keywords: multilayer system, magnetic permeability, Bessel function, Poiting vector, wave permeability.