

TOKLI QO'ZG'ALMAS O'TKAZGICHLI SISTEMASINING ENERGIYASI,

**Kushakov Gulmurod Adilovich,
Jizzax politexnika instituti, Energetika av elektr texnologiyasi kafedrası
katta o'qituvchisi, O'zbekiston**

Annotatsiya: *Ushbu maqolada tokli qo'zg'almas o'tkazgichlar tizimidagi energiya holati, uning saqlanishi va tarqalishi masalalari tahlil qilinadi. Elektromagnit energiyaning o'tkazgichlardagi kontsentratsiyasi va uni boshqarish yo'llari ko'rib chiqiladi. Tizimda energiyani to'g'ri taqsimlash va minimal yo'qotishlarga erishish yo'llari muhokama qilinadi.*

Kalit so'zlar: *Qo'zg'almas o'tkazgich, tok, magnit maydon, energiya zichligi, induksiya, o'zaro ta'sir, energiya saqlanishi.*

ENERGY OF STATIONARY CURRENT-CONDUCTING SYSTEMS,

**Kushakov Gulmurod Adilovich,
Senior Lecturer, Department of Power and Electrical Technology, Jizzakh
Polytechnic Institute, Uzbekistan**

Annotation: *This article examines the energy state in stationary current-conducting systems, the distribution and conservation of electromagnetic energy, and methods for optimizing energy usage. Special attention is given to energy density, Poynting vector interpretation, and energy losses due to resistance and induction.*

Keywords: *Stationary conductor, current, magnetic field, energy density, induction, interaction, energy conservation.*

TOKLI QO'ZG'ALMAS O'TKAZGICHLI SISTEMASINING ENERGIYASI,

n qo'zg'almas o'tkazgichli (konturli) tok oqayotgan sistemaga kelayotgan energiyani aniqlaymiz. Buning uchun tok I_k qiymatining noldan qandaydir qiymatga oshgan yoki shu vaqtdagi oqim ilashimligi o'zgarishi davridagi energiyani ko'rib chiqib amalga oshirish mumkin. Qarshiligi r_k bo'lgan k konturga tashqi EYUK (kuchlanish) u_k ulangan deb faraz qilaylik. Tok (oqim ilashimligi)ning o'zgarishi EYUK ning hosil bo'lishiga bog'liq, u holda zanjirning elektr balansi bizga ma'lum bo'lgan tenglama bilan aniqlanandi:

$$u_k + e_k = r_k i_k \quad (1)$$

$$u_k = r_k i_k + \frac{d\psi_k}{dt} . \quad (2)$$

(2) tenglamaning chap va o'ng qismini i_k ga ko'paytirib manba sarf qilayotgan quvvatni aniqlaymiz:

$$u_k i_k = r_k i_k^2 + i_k \frac{d\psi_k}{dt} . \quad (3)$$

(3) tenglamani dt ga ko'paytirib, berilgan vaqt intervali davomida k konturdagi manba bajargan ishni topamiz:

$$u_k i_k dt = dW_{элк} = r_k i_k^2 dt + i_k d\psi_k . \quad (4)$$

bu ishning bir qismi ($r_k i_k^2 dt$) issiqlik ko'rinishida yo'qoladi, qolgan qismi ($i_k d\psi_k$) - konturning magnit maydoni ko'rinishida yig'iladi, ya'ni

$$dW_{магн} = i_k d\psi_k$$

SHunday qilib, n ta toklarning magnit energiyasi quyidagiga teng ekan:

$$W_{\text{магн}} = \sum_{k=1}^n \int_0^{\psi_k} i_k d\psi_k. \quad (5)$$

Agarda i va ψ orasida chiziqli bogʻlanish boʻlsa, (5) tenglamadagi integralning qiymatini yordamida topish mumkin.

Chiziqli sistemalar uchun (5) tenglamani konturining induktivligi va oʻzaro induktivligi orali yozish qulay. Malumki, k konturining oqim ilashimligi konturning barcha toklarining chiziqli funksiyasi hisoblanadi, yaʼni:

$$\psi_k = \sum_{s=1}^n L_{ks} I_s \quad (6)$$

bu erda: L_{ks} - k va s konturlarning oʻzaro induktivligi; $L_{kk}=L_k$ - k konturning induktivligi.

(6) tenglamani boshqacha koʻrinishda ham yozish mumkin:

$$\sum_{k \neq s}^n L_{ks} I_s. \quad (7)$$

Bundan shu narsa koʻrinadiki, k kontur oqim ilashimligining oʻzga-rishini quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta \psi_k = L_k \Delta I_k + \sum_{s=1}^n L_{ks} \Delta I_s.$$

Demak, (5) tenglamaning integral osti qismini quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta W_{\text{магн}} = I_k \Delta \psi_k = I_k \left(L_k \Delta I_k + \sum_{s=1}^n L_{ks} \Delta I_s \right). \quad (8)$$

yoki konturlar boʻyicha qoʻshishni hisobga olgan holda (oqim ilashimligi boʻyicha integralsiz):

$$\Delta W_{\text{магн}} = \sum_{k=1}^n I_k \left(L_k \Delta I_k + \sum_{s=1}^n L_{ks} \Delta I_s \right). \quad (9)$$

Bu tenglamani keyingi o'zgartirish uslubi tushintirish uchun ikki konturning yakka holatini ko'rib chiqamiz. Ular uchun (9) teng-lama quyidagi ko'rinishni egallaydi:

$$\Delta W_{maz} = L_1 I_1 \Delta I_1 + L_{12} I_1 \Delta I_2 + L_2 I_2 \Delta I_2 + L_{21} I_2 \Delta I_1.$$

$L_{12}=L_{21}$ ekanligini hisobga olgan holda quyidgiga ega bo'lamiz:

$$\frac{\Delta W_{maz}}{\Delta t} = \frac{\Delta}{\Delta t} \left(\frac{1}{2} L_1 I_1^2 \right) + \frac{\Delta}{\Delta t} \left(\frac{1}{2} L_2 I_2^2 \right) + \frac{\Delta}{\Delta t} (L_{12} I_1 I_2)$$

$$\text{yoki } dW_{maz} = d \left(\frac{1}{2} L_1 I_1^2 \right) + d \left(\frac{1}{2} L_2 I_2^2 \right) + d (L_{12} I_1 I_2),$$

ya'ni ikki konturda yig'ilgan magnet energiya quyidagiga anqlanadi:

$$W_{maz} = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 + L_{12} I_1 I_2. \quad (10)$$

Demak, n kontur uchun esa quyidagicha yozish mumkin ekan:

$$W_{maz} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n L_k I_k^2 + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^n L_{ks} I_k I_s \quad (11)$$

(11) dagi $\frac{1}{2}$ ko'paytma $L_{ks}=L_{sk}$ ekanligi hisobga oladi va bu para-metr ikki marta qo'shishda ikki marta uchraydi.

SHuning uchun

$$W_{maz} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n I_k (L_k I_k + \sum_{s=1}^n L_{ks} I_s)$$

yoki

$$W_{maz} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n (L_k I_k^2 + \sum_{s=1}^n L_{ks} I_s I_k). \quad (11)$$

(1.19) tenglamani hisobga olgan holda quyidagicha yozish mumkin:

$$W_{maz} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n I_k \Psi_k. \quad (12)$$

Demak, chiziqli konturli sistemalar uchun quyidagiga ega bo'lamiz:

$$W_{maz} = \sum_{k=1}^n \int_0^{\Psi_k} i_k d\psi_k = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n I_k \Psi_k. \quad (13)$$

Bu tenglama to'liq energiyani ifodalaydi. Qo'zg'almas o'tkazgichlardagi energiyaning xossa va tarkibiy qismlarini o'rganish orqali elektr tizimlarini samarali va barqaror boshqarish imkoni yaratiladi. Elektromagnit maydondagi energiyaning tarqalishi va saqlanishi borasidagi chuqur tahlillar, amaliy elektr injiniring sohalari uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Vhattachrya. Electrical machinees 3E book. 2008, N/A p.
2. Fitzgerald. Electric machinery, 6/E book. 2002, N/A p.
3. Berdiev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Texnika oliy oquv yurtlarining «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari» va «Elektr energetika» yonalishi talabalari uchun darslik.— T.: Shams-Asa. 2014. —386 b.
4. Pirmatov N.B. Zaynieva O.E. “Elektromexanika asoslari”. O'quv qo'llanma. -T.: “Ma'naviyat”, 2015. – 104 b.
5. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik.-T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. – 408 b.
6. Ibrohimov U. Elektr mashinalari. O'quv qo'llanma. – T.:O'qituvchi, 2001.
7. Majidov S. Elektr mashinalari va elektr yuritma. O'quv qo'llanma. –T.: O'qituvchi, “Ziyo-Noshir” KSHK, 2002. – 408 b