

UOT 681.586

İKİÖLÇÜLÜ İNDUKTİV VERİCİNİN ELEKTROMAQNİT SAHƏSİNİN NƏZƏRİ TƏDQIQI

¹SƏTTAROV VAQİF QAFAR oğlu

²DADAŞOVA RƏNA BƏHRAM qızı

³ABDULLAYEVA ÜLKƏR RƏHİM qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1, 2-dosent, 3- laboratoriya müdiri

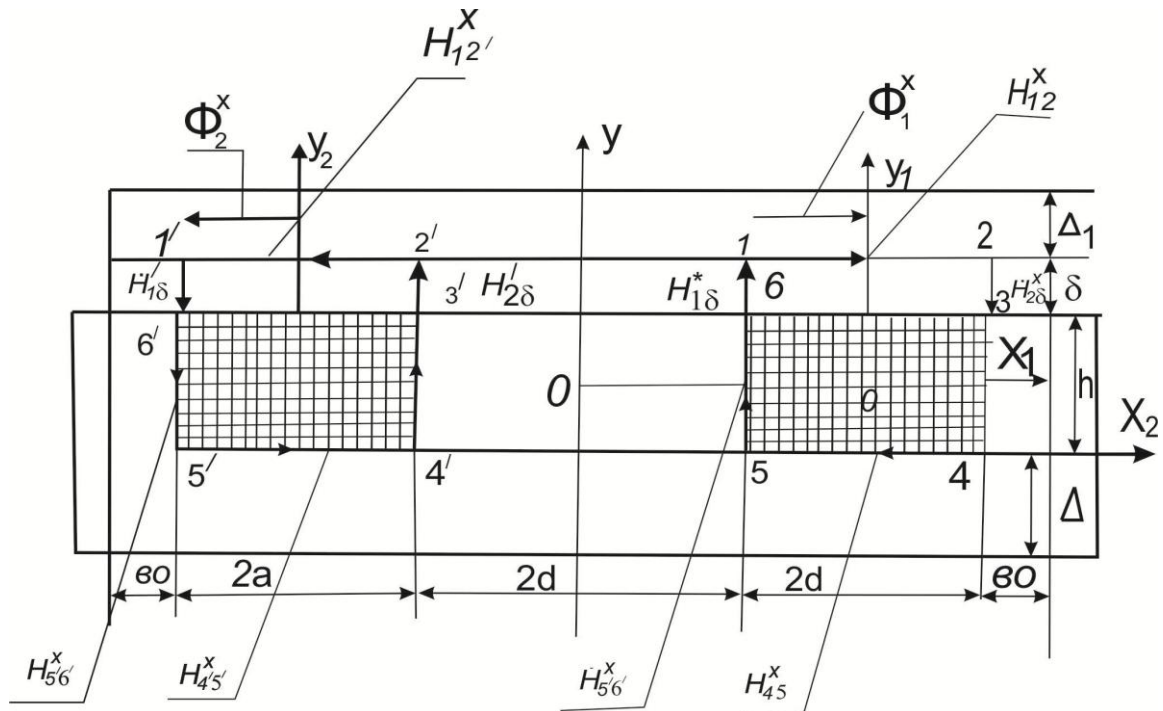
avdullayeva.ulker@mail.ru

Açar sözlər: elektromaqnit sahəsi, verici, dolaqlar sistemi, maqnit selləri

Sənayenin müxtəlif sahələrində istifadə olunan birölçülü vericilərin iqtisadi cəhətdən səmərəliliyini artırmaq məqsədilə iki vericini əvəz edən ikiölçülü vericidən istifadə olunması əsas məsələlərdən biridir [1]. Bu məqsədlə ikiölçülü fiziki kəmiyyətlər vericilərinin yaradılması aktual məsələ kimi qarşıda durur.

Vericinin yüksək metroloji xarakteristikaya malik olması üçün onun konstruktiv quruluşu, həndəsi ölçüləri və dolaqların yerləşdirilməsi əsas şərtlərdən biridir. Bu məqsədlə xətti və bucaq yerdəyişmələri ölçməyə imkan verən belə vericinin yuxarıda sadalanan şərtləri özündə əks etdirən çıxış signalının riyazi modelini müəyyənləşdirmək lazımdır. Bunun üçün, ilk növbədə, iki parametrlə vericinin dolaqlar sisteminin maqnit sellərinin analitik ifadələri alınmalıdır.

Yaradılmış vericinin daxilindəki yarımşilindrin açılışı düzbucaqlı şəklindədir [2]. Vericinin işləmə prosesində yuvalarda yerləşdirilmiş təsirlənmə dolağının ətrafında elektromaqnit sahəsi yaranır. Həmin sahə müstəviyə paraleldir və onun maqnit selləri dolaqların ətrafında şəkil 1-də göstərildiyi kimi paylanmışdır.



Şəkil. Vericinin xətti yerdəyişmə üçün elektromaqnit sahəsinin təsviri.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, yuva çıxıntılarının orta qalınlığı maqnitkeçiricinin elektromaqnit sahəsinin nüfuz etmə dərinliyinin qiymətinə görə seçilir. Yuvanın orta çıxıntısı ikitərəfli elektromaqnit sahəsində yerləşdiyi üçün onun qalınlığını təqribən (5-6) mm qəbul etmək olar. Real konstruksiyada orta çıxıntının h hündürlüyü sahəsində maqnit selinin səpələnməsi praktiki olaraq yoxdur, buna uyğun olaraq h hündürlüyü üzrə maqnit qüvvə xətləri bir-birinə paralel qəbul olunur və bu hissədə elektromaqnit sahəsi ancaq y oxuna paralel olan H_y - təşkeledicisinə malik olur. Şəkildə təsvir olunan elektromaqnit sahəsi vericinin xətti yerdəyişmələr ölçü dövrəsinə aiddir.

Göründüyü kimi, verici dörd identik yuvaya malikdir. Onların elektromaqnit sahələri eyni olub, müstəviyə paraleldir. Orta çıxıntılarının eni kiçik və sahəsinin müstəviyə paralel olduğunu nəzərə alsaq, tədqiqat üçün dekart - koordinat sistemini seçmək əlverişli olur. Bu halda maqnit sisteminin müxtəlif sahələrindəki maqnit sahə gərginlikləri \dot{H}_y və \dot{H}_x təşkeledicilərinə malik olacaqdır.

Yuvaların dərinliyi və eni müqayisə ediləcək dərəcədə kiçik götürüldüyündən orta çıxıntıda elektromaqnit sahəsi ikinci dərəcəli xətti diferensial tənliklərlə ifadə olunur: [3].

$$\nabla^2 \dot{H}_y = j\omega\gamma\mu\mu_0 \dot{H}_y,$$

$$\nabla^2 \dot{H}_x = j\omega\gamma\mu\mu_0 \dot{H}_x.$$

İfadədəki x -xətti yerdəyişmələr ölçü dövrəsinin işarələndirilməsi, y -isə dəyişən koordinatdır. Tənliklərin həlli aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$\dot{H}_y = A_1 e^{kx} + A_2 e^{-kx} \quad (1)$$

Burada A_1, A_2 - təyin olunacaq inteqral sabitləridir; $k = \sqrt{j\omega\gamma\mu\mu_0}$, ω - bucaq tezliyi, γ - maqnit keçiricisinin materialının xüsusu keçiriciliyi, μ - nisbi maqnit nüfuz əmsalı, μ_0 - havanın mütləq maqnit nüfuzluğudur.

Yuvanın orta çıxıntısının qalınlığı $2d$ qəbul edilir və koordinat başlanğıcı həmin çıxıntının ortasında götürülür.

Əgər $x = \pm d$ olarsa, (1) tənliyi belə yazılar.

$$A_1 e^{kd} + A_2 e^{-kd} = A_1 e^{-kd} = A_1 e^{-kd} + A_2 e^{kd}.$$

Yuxarıdakı bərabərlik $A_1 = A_2 = A$ olduqda təmin edilir. Bu halda (1) tənliyi aşağıdakı şəkildə alınır:

$$H_y^x = 2A \operatorname{ch}(kx). \quad (2)$$

$x = \pm d$ olduqda $\dot{H}_y^x = \dot{H}_{56}^x = \dot{H}_{34}^x$ şərtinə görə

$$A = \frac{\dot{H}_{56}^x}{\operatorname{ch}(kd)} \quad (3)$$

alınır. (3) tənliyini (2)-də nəzərə almaqla xətti yerdəyişmə üçün sahə gərginliyi \dot{H}_y^x aşağıdakı ifadə ilə hesablanır.

$$\dot{H}_y^x = 2 \dot{H}_{56}^x \cdot \frac{\operatorname{ch}(kx)}{\operatorname{ch}(kd)} \quad (4)$$

olar.

Orta çıxıntının en kəsiyindən qapanan maqnit seli (4) ifadəsini nəzərə almaqla xətti yerdəyişmə üçün maqnit seli aşağıdakı ifadədən tapılır :

$$\dot{H}_y^x = 2 \dot{H}_{56}^x \cdot \frac{\operatorname{ch}(kx)}{\operatorname{ch}(kd)}$$

İnteqralı açıdıqdan sonra aşağıdakı düstur alınır:

$$\Phi_y^x = \frac{2\mu\mu_0 \dot{H}_{56}^x \cdot a_0}{k} \cdot th(kd). \quad (5)$$

Yuxarıdakı (5) ifadəsində təyin edilən Φ_y^x maqnit seli şəkil 1-dən görüldüyü kimi, Φ_1^x və Φ_2^x maqnit sellərinə budaqlanır. Həmin maqnit sellərini tapmaq üçün dekart-koordinat sistemini (şəkil 1.) hərəkət edən maqnit keçiricisinin xarici səthində yerləşmiş olan O-O₁-sisteminə keçək. Göstərilən səthdə də maqnit sahəsi adi ikinci dərəcəli diferensial tənliklərlə yazılır. Həmin tənliklərin həlli aşağıdakı kimi olur:

$$\dot{H}_{x_1}^x = B_1 e^{ky_1} + B_2 e^{-ky_1}. \quad (6)$$

İkiölçülü vericinin hərəkət edən maqnitkeçiricinin dərinliyində sahə söndüyü üçün $B_1 = 0$ olacaqdır. Bu halda maqnit sahə gərginliyi üçün alınır:

$$H_{x_1}^x = B_2 e^{-ky_1}.$$

Əgər $y_1 = 0$; $x_1 = 0$ olarsa [7], $B_2 = \dot{H}_{12}^x$ olar. Beləliklə, $\dot{H}_{x_1}^x = \dot{H}_{12}^x e^{-ky_1}$ alınır.

Nəticədə, səthdə yaranan maqnit seli $\dot{\Phi}_1^x$ aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\dot{\Phi}_1^x = \mu\mu_0 \dot{H}_{12}^x \int_0^{\Delta} e^{-ky} a_0 dy. \quad (7)$$

İntegralı açıdıqda

$$\dot{\Phi}_1^x = \mu\mu_0 \dot{H}_{12}^x a_0 (1 - e^{-k\Delta_1}) \cdot \frac{1}{k}. \quad (8)$$

Uyğun olaraq Φ_2^x tapılır.

$$\dot{\Phi}_2^x = \mu\mu_0 H_{12}^x \frac{a_0}{k} (1 - e^{-k\Delta_1}) \quad (9)$$

Bir oturacağı $X_1 = 0$ müstəvisində ikincisi isə hava boşluğunda olan elementar boru üçün maqnit selinin arasıkəsilməməzliyi prinsipindən, sahə gərginliyinin divergensiyasından istifadə etməklə bir sıra çevrilmələrdən sonra hava aralığında qapanan maqnit seli aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$\dot{\Phi}_{y_1\delta}^x = \mu\mu_0 \dot{H}_{12}^x \cdot \frac{a}{k} \cdot \text{arctg} [2m_0(b_0 - a + x)]$$

Burada $m_0 = \frac{sh(ky_1)}{b_0}$ olur. Uyğun olaraq dolağın sol tərəfindəki maqnit seli tapılır.

$$\dot{\Phi}_{y_2\delta}^x = \mu\mu_0 \dot{H}_{12}^x \text{arctg} [2m_0(b_0 - a - x)]$$

Burada $x=0$ halı üçün müxtəlif arqument iki argtangensin cəmi formulundan istifadə etməklə [3] ikiölçülü vericinin xətti yerdəyişmə ölçü dövrəsinin dolaqlar sistemini kəsən maqnit selinin ümumi ifadəsi tapılır:

$$\dot{\Phi}_y^x = \mu\mu_0 \cdot \frac{a_0}{k} \dot{H}_{12}^x \text{arctg} \frac{4m_0(b_0 - a)}{1 - 4m_0^2((b_0 - a)^2 - x^2)}.$$

Nəticədə, maqnit sahəsinin nəzəri tədqiqatından alınan maqnit selinin ifadəsi ikiölçülü induktiv vericinin xətti yerdəyişmə üçün çıxış elektrik hərəkət qüvvəsinin analitik ifadəsini almaya imkan verir.

İkiölçülü induktiv vericinin elektromaqnit sahəsinin nəzəri tədqiqi

ƏDƏBİYYAT

1. Мамедов Ф.И., Саттаров В.К. Теоретическое исследование многомерного индуктивного преобразователя перемещений // Изв. вузов, Нефть и газ, № 10, 1984, с. 23-27.
2. Məmmədov F.İ., Səttarov V.Q., Əsədova R.Ş. Xətti və bucaq yerdəyişməli induktiv verici. Bakı, Azərbaycan Respublikası Dövlət Elm və Texnika Komitəsi. Patent. P 990049. 2001
3. Ибрагимзаде Т.М., Касумов Т.А., Мамедов Ф.И. Расчет параметров параметрического преобразователя со сплошным магнитопроводом в нагрузочном режиме // За технический прогресс, №1, Баку, 1980, с.28-30

РЕЗЮМЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДВУХМЕРНОГО ИНДУКТИВНОГО ДАТЧИКА

Саттаров В.Г., Дадашева Р.Б., Абдуллаева У.Р.

Ключевые слова: электромагнитное поле, датчик, система обмоток, магнитные потоки

Получены аналитические выражения магнитных потоков систем обмоток двухмерного индуктивного датчика, позволяющего одновременное измерение угловых и линейных перемещений

SUMMARY

THEORETICAL RESEARCH OF ELECTROMAGNETIC FIELD OF TWO-DIMENSIONAL TRANSMITTER

Sattarov V.G., Dadashova R.B., Abdullayeva U.R.

Key words: electromagnetic field, transmitter, winding system, magnetic floods

Analytical expressions of magnetic floods of winding systems of two-dimensional inductive transmitter, which allows to measure angular and linear displacements, have been obtained.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.01.2019
	Son variant	24.06.2019