

## Elektromagnetinio skysčio srauto matuoklio magnetinės grandinės kontrolė matavimo procese

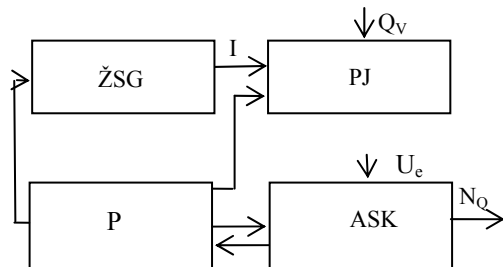
R. Padegimas, J.A. Virbalis

Kauno technologijos universitetas, Teorinės elektrotechnikos katedra,  
Studentų g. 48, 51367 Kaunas, Lietuva, tel. 300267, el.paštas arvydas.virbalis@eaf.ktu.lt

### Įvadas

Čia nagrinėsime elektromagnetinius skysčio srauto matuoklius EMSM, skirtus joninio laidumo skysčiams, tekantiems pilnais vamzdžiais.

Metrologiniu požiūriu EMSM patogiu vaizduoti struktūrinė schema, parodyta 1 pav. Čia ŽSG – žadinimo srovės generatorius, PJ – pirminis jutiklis, ASK – analoginis skaitmeninis keitiklis, P – procesorius,  $Q_V$  – tūrio srautas,  $I_z$  – magnetinio lauko žadinimo srovė,  $U_e$  – pirminio jutiklio elektrodų signalas,  $N_Q$  – EMSM informacinis signalas. Tarsime, kad EMSM įėjimo dydis yra srautas  $Q_V$ , o išėjimo dydis – to srauto skaitmeninis vaizdas  $N_Q$ .



1 pav. EMSM struktūrinė schema

Išėjimo signalas  $N_Q$  gaunamas, keičiant jutiklyje PJ tūrinį srautą  $Q_V$  į elektrodų signalą  $U_E = K_J Q_V$ , o šį ASK keitikliu į skaitmeninį signalą  $N_Q$ :

$$N_Q = K_k U_e = K_J K_k Q_V. \quad (1)$$

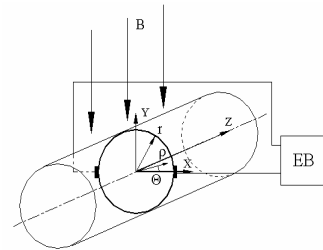
Čia  $K_k = \text{const}$  – ASK perdavimo koeficientas, o  $K_J$  – pirminio jutiklio perdavimo koeficientas, kuris bendroju atveju gali priklausyti nuo tūrinio srauto dydžio:  $K_J = K_J(Q_V)$ .

Toliau nagrinėsime EMSM su apvalaus skerspjūvio kanalu ir taškiniais elektrodais. Jo aktyviosios zonos konstrukcija parodyta 2 pav. Nuo magnetinio srauto tankio verčių ir pasiskirstymo elektromagnetinio srauto matuoklio EMSM kanalo aktyviojoje zonoje tiesiogiai priklauso matuoklio perdavimo koeficientas  $K_J$ .

### Jutiklio perdavimo koeficiento išraiška

Jį išreikšime taip pat [1] kaip elektrodų signalo  $U_E$  santykį su tūriniu srautu:

$$K_J = \frac{U_E}{Q_V}. \quad (2)$$



2 pav. EMSM jutiklio kanalas

Naudosime cilindrinę koordinatinių sistemą, kurios koordinatės  $\rho, \theta, z$  (žr. 2 pav.). Tarsime, kad skysčio srautas yra nukreiptas kanalo ašies, sutapdintos su koordinatinių sistemos  $z$  ašimi, kryptimi, o jo greičio pasiskirstymas skerspjūvyje yra simetriškas su ašimi:  $\vec{v} = \vec{e}_z v(\rho)$ . Tai užtikrinama visada, jeigu pirminis jutiklis vamzdyne įmontuojamas taip, kad prieš jį ir už jo yra tiesios vamzdžio dalys, ne mažesnės kaip  $(3 \div 5)d_0$  ( $d_0$  – atstumas tarp elektrodų). Tūrinį srautą šioje koordinatinių sistemoje galime išreikšti taip:

$$Q_V = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^r v(\rho) \rho d\rho d\theta = 2\pi \int_0^r v(\rho) \rho d\rho. \quad (3)$$

Čia  $r = \frac{d_0}{2}$  – vidinio kanalo paviršiaus spindulys.

Kai skysčio greitis simetriškas su ašimi, elektrodų signalą galima išreikšti taip:

$$U_E = \int_0^r v(\rho) W'(\rho) \rho d\rho. \quad (4)$$

Čia  $W'(\rho)$  – ašiai simetrinė svorinė funkcija, išreiškiama taip [1]:

$$W'(\rho) = \frac{1}{\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} W_z(\rho, \theta, z) d\theta dz; \quad (5)$$

čia  $W_z(\rho, \theta, z)$  – svorinio vektoriaus  $z$  komponentė. Elektromagnetinio srauto jutiklio magnetinėje grandinėje sukuriama magnetinio srauto tankio pasiskirstymo pokyčius iš tikrųjų įmanoma kontroliuoti tik kanalo išorėje, todėl  $W_z(\rho, \theta, z)$  patogiu išreikšti taip, kaip rekomenduoja I.D.Veltas [2]:

$$W_z(\rho, \theta, z) = \int_S B_n(z', \theta') K_n(z - z', \theta - \theta', \rho) \rho d\theta' dz'. \quad (6)$$

Šioje išraiškoje pažymėta:  $B_n(z', \theta')$  – statmenos kanalo paviršiumi magnetinio srauto tankio dedamosios vertė kanalo paviršiuje (žr. 1 pav.), kai  $\rho = r$ ;  $S$  – aktyviosios zonos paviršiaus plotas;  $\theta, z'$  – šio ploto taško koordinatės;  $K_n(z - z', \theta - \theta')$  – funkcija, priklausanti nuo virtualiosios srovės pasiskirstymo. Ji išreiškiama taip:

$$K_n(z - z', \theta - \theta') = j_z j_\theta(\rho, \theta - \theta', z - z') - j_\theta j_\rho(\rho, \theta - \theta', z - z'). \quad (7)$$

Čia  $j_\rho, j_\theta$  ir  $j_z$  – virtualiosios srovės tankio dedamosios cilindrinėje koordinatinių sistemoje. Virtualiosios srovės tankio pasiskirstymas aktyviojoje zonoje bus toks pat, kaip realios srovės tankio pasiskirstymas, gautas prijungus prie elektrodų 1A srovės šaltinį [1].

Jeigu pavyktų užtikrinti lygybę  $W'(\rho) = const$ , perdavimo koeficientas  $K_J$  būtų nepriklausomas nuo skysčio greičio profilio kanalo skerspjūvyje. Tiksliai užtikrinti tokios nepriklausomybės srauto matuokliuose su taškiniais elektrodais neįmanoma, tačiau šiuolaikiniuose srauto matuokliuose, esant ašiai simetriniam greičio profiliui, priklausomybė nuo skysčio profilio yra palyginti nedidelė [1]. Skysčio greičio pasiskirstymas skerspjūvyje vienareikšmiškai priklauso nuo tūrinio srauto. Pasirinkime tam tikrą atraminę srauto vertę  $Q_{V0}$ . Tada koeficientą  $K_J$  galime išreikšti taip:

$$K_J = \frac{U_E}{Q_V} = \frac{\int_0^r v(\rho) W'(\rho) \rho d\rho}{2\pi \int_0^r v(\rho) \rho d\rho} = F(Q_V / Q_{V0}) K_{J0}. \quad (8)$$

Čia  $K_{J0}$  turės tokią išraišką:

$$K_{J0} = \frac{U_E}{Q_{V0}} = \int_0^r \frac{v(\rho)}{\bar{v}_0} W'(\rho) \rho d\rho; \quad (9)$$

$\bar{v}_0 = Q_{V0} \cdot \frac{\pi d_0^2}{4}$  – vidutinė srauto greičio vertė EMSM kanalo skerspjūvyje, kertančiame elektrodus.

[3] pateikti skaitmeninio modeliavimo rezultatai, gauti tiriant Kauno firmos „Katra“ gaminamų srauto matuoklių magnetinės grandinės konstrukciją. Jie gauti esant švaram vidiniam jutiklio paviršiumi. Iš jų matyti, kad labai plačiame skysčio srauto verčių  $Q_V$  diapazone koeficientas  $K_J$  nuo  $K_{J0}$  skyrėsi ne daugiau kaip  $\pm 0,3\%$  ir tik ribinis parabolinio ir plokščiojo skysčio greičio pasiskirstymo atvejis siekė  $\pm 1,1\%$ . Be to, nuokrypio dėsningumas griežtai determinuotas, todėl jį žinant, nesunku pašalinti jo įtaką matavimo tikslumui.

Koeficientas  $K_{J0}$  gali keistis, keičiantis mechaninėms, elektrinėms ir magnetinėms jutiklio savybėms. Mechaninėms jutiklio savybėms, keičiančioms  $K_J$ , priskirsime

mechaninę jutiklio kanalo sienelių ir elektrodų taršą. Keičiantis mechaninėms savybėms dažniausiai keičiasi ir elektrinės arba magnetinės kanalo savybės, todėl atskirai mechaninių savybių pokyčio įtakos nenagrinėsime.

Elektrines kanalo savybes ir jų pasiskirstymą vienareikšmiškai nusako virtualiosios srovės tankio  $j$  pasiskirstymas kanalo aktyviojoje zonoje. Kaip galima kontroliuoti jutiklio perdavimo koeficientą  $K_J$  keičiantis kanalo elektrinėms savybėms, aptarta [4]. Todėl čia laikysime, kad virtualiosios srovės tankio pasiskirstymas darbo procese nesikeičia, ir daugiausia dėmesio skirsime magnetinių jutiklio savybių pokyčio nustatymui laiku.

Galima nurodyti tris pagrindines priežastis, dėl kurių gali pasikeisti tokiu atveju magnetinio srauto tankio amplitudė. Tai magnetolaidžio magnetinių savybių pokytis, magnetinių nuosėdų kanalo sienelėse susidarymas ir magnetinės dalelės skystyje, kurio srautas yra matuojamas.

Iš (6) išraiškos matome, kad, esant tam pačiam vidutiniam skysčio greičiui ir virtualiosios srovės pasiskirstymui kanale, funkcija  $W_z(\rho, \theta, z)$ , taigi ir funkcija  $W'(\rho)$ , gali keistis tik keičiantis magnetinio srauto tankiui  $B_n$  kanalo paviršiuje.

Norint kontroliuoti magnetinio srauto pokyčius kanalo paviršiuje, pakanka įtaisyti nors vieną ritelę kanalo vamzdžio paviršiuje, matuoti jos elektrovarą ir lyginti su rezultatais, gautais patikros metu. Toks magnetinio srauto pokyčio kontrolės būdas labai patogus, nes gali būti taikomas lygiagrečiai su srauto matavimu. Būdingiausiai ritelių išdėstymo taškai parodyti 3 pav.

## Magnetolaidžio magnetinių savybių pokyčio kontrolė

Magnetolaidžio magnetinė skvarba jutiklio darbo procese praktiškai gali tik mažėti, taigi esant tai pačiai srovės amplitudei magnetinio srauto tankis mažės. Buvo atliktas matematinis eksperimentas baigtinių elementų metodu dvimatėje erdvėje modeliuojant realaus EMSM pirminį jutiklį ir tiriant, kokią įtaką jutiklio perdavimo koeficientui turi magnetolaidžio magnetinės skvarbos sumažėjimas. Matematinio eksperimento metodika aprašyta [5]. Tipinės pokyčio tendencijos parodytos 1 lentelėje. Buvo laikoma, kad vamzdžio sienelėse nuosėdų nėra. Todėl visų modeliuojamų sričių, išskyrus magnetolaidį, santykinė magnetinė skvarba buvo paimta  $\mu_r = 1$ . Atraminė magnetolaidžio santykinės skvarbos vertė buvo paimta lygi  $\mu_{rm} = 1000$ . Esant šiai vertei buvo apskaičiuota perdavimo koeficiento vertė  $K_{JA}$  trimis atvejais: 1) kai magnetolaidis prigludęs prie kanalo išorinio paviršiaus, 2) kai oro tarpas tarp išorinės kanalo sienelės ir magnetolaidžio paviršiaus  $l_o = 1\text{mm}$ , 3) kai  $l_o = 2\text{mm}$ . Kartu buvo apskaičiuota magnetinio srauto vertė kai kuriuose taškuose. Paskui buvo apskaičiuotos tokios pat vertės, kai  $\mu_{rm} = 700$  ir kai  $\mu_{rm} = 500$ , o santykiniai pokyčiai  $\delta K_J = [(K_J - K_{JA}) / K_{JA}] \cdot 100\%$  ir  $\delta B = [(B - B_A) / B_A] \cdot 100\%$ . Lentelėje šalia  $\delta K_J$  verčių pateiktos  $\delta B$  vertės po magnetolaidžio centru kanalo paviršiuje.

**1 lentelė.** Magnetolaidžio magnetinės skvarbos pokyčio įtaka

$\mu_{rm}$	$\delta K_{J1}, \%$	$\delta K_{J2}, \%$	$\delta K_{J3}, \%$	$\delta B_1, \%$	$\delta B_2, \%$	$\delta B_3, \%$
700	-2,15	-2,01	-1,96	-1,82	-1,78	-1,73
500	-4,71	-4,58	-4,44	-4,39	-4,00	-3,86

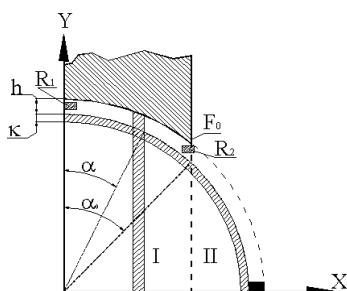
Labai panašios  $\delta B$  vertės ir kituose taškuose. Taigi magnetinio lauko pasiskirstymas išlieka beveik toks pat.

Iš pateiktų rezultatų matyti, kad mažėjant magnetolaidžio magnetinei skvarbai elektrodų signalas irgi mažėja. Maždaug taip pat mažėja ir magnetinio lauko stipris visuose tirtuose taškuose. Magnetinės magnetolaidžio skvarbos mažėjimo įtaką geriausia kompensuoti naudojant grįžtamąjį ryšį pagal magnetinio srauto tankį. Šiuo atveju netgi sumažėjus magnetinei skvarbai dvigubai perdavimo koeficientas pasikeistų ne daugiau kaip 0,6%.

Tiek magnetinės nuosėdos, tiek magnetinės dalelės sraute veiks priešingai – magnetinio srauto tankis didės. Tačiau magnetinio srauto pasiskirstymas aktyviojoje zonoje abiem atvejais bus skirtingas: esant magnetinėms nuosėdoms jis persiskirstys tarp nuosėdų ir likusios aktyviosios zonos dalies, o esant magnetinėms dalelėms magnetinis srautas išliks kaip ir švariame skystyje [6].

### Magnetinių nuosėdų kontrolė kanalo paviršiuje

Beveik visuose serijomis gaminamuose EMSM naudojamas impulsinis magnetinis laukas, o jo amplitudės stabilumui užtikrinti naudojamas srovės grįžtamasis ryšys. Taigi palaikoma stabili žadinimo srovės amplitudė. Norint iširti, kaip keičiasi magnetinis srautas veikiant magnetinėms nuosėdoms, buvo atliktas matematinis eksperimentas, naudojant laukų modeliavimo programų paketą COSMOS/M2.5. Kartu buvo patikrinta, ar pasikeičia perdavimo koeficiento priklausomybės nuo skystio profilio pobūdis.



3 pav. Matavimo ritelių išdėstymas

Buvo atliktas tokios magnetinės grandinės konstrukcijos tyrimas, kuri minimizuoja magnetinių nuosėdų įtaką jutiklio perdavimo koeficientui (žr. [5]). Magnetinis laukas buvo skaičiuojamas kanalo išorinio paviršiaus taškuose, kurių vienas yra žadinimo ritės ašyje, o kitas – periferijoje (žr. 3 pav.).

Buvo skaičiuojamas magnetinio srauto tankis ašių  $x$  ir  $y$  kryptimi ričių R1 ir R2 centrų taškuose, atitinkamai  $B_{x1}$  ir  $B_{y1}$  bei  $B_{x2}$  ir  $B_{y2}$ , keičiant nuosėdų magnetinę skvarbą  $\mu_r$  bei nuosėdų storį  $l_n$ . Kartu buvo skaičiuojamas perdavimo koeficientas  $K_J$ . Be to, buvo apskaičiuotos  $B_{x10}$ ,  $B_{y10}$ ,  $B_{x20}$ ,  $B_{y20}$  ir  $K_{J0}$  vertės nesant nuosėdų. Skaičiavimai buvo atlikti laminarinio tekėjimo atvejui, taip pat keliems turbulentinio tekėjimo atvejams, tarp jų plokščiojo skystio profilio atvejui, kai Reynoldso skaičius  $Re \rightarrow \infty$ . Paskui buvo apskaičiuoti santykiniai nuokrypiai:

$$\delta B_{x(y)l(2)} = \frac{B_{x(y)l(2)} - B_{x(y)0}}{B_{x(y)0}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

$$\delta K_J = \frac{K_J - K_{J0}}{K_{J0}} \cdot 100\%. \quad (11)$$

Gautieji rezultatai pateikti 2 lentelėje. Kadangi didžiausi perdavimo koeficiento nuokrypiai gauti laminarinio tekėjimo bei plokščiojo skystio greičio profilio atveju, lentelėje pateikti rezultatai tik šiems atvejams.

2 lentelė. Nuosėdų modeliavimo rezultatai

		$\mu_r=10$	$\mu_r=50$	$\mu_r=70$	$\mu_r=100$	$\mu_r=150$
$l_n=0,4\%$	Lam.   $\delta K_J$	0,29	0,41	0,38	0,25	-0,11
	Plok.   %	0,41	1,20	1,41	1,61	1,68
	$\delta B_{x1}, \%$	1,0	5,4	9,2	16,1	29
	$\delta B_{y1}, \%$	2,1	10,8	15,5	22,6	34,1
	$\delta B_{x2}, \%$	-9,5	-29,3	-35,5	-43,0	-53,3
	$\delta B_{y2}, \%$	0,05	-1,35	-1,57	-1,04	0,14
$l_n=0,6\%$	Lam.   $\delta K_J$	0,34	-0,42	-1,02	-2,10	-4,0
	Plok.   %	0,51	0,60	0,33	-0,34	-1,86
	$\delta B_{x1}, \%$	1,26	10,6	18,6	32,4	57,2
	$\delta B_{y1}, \%$	3,3	19,4	28,1	41,2	62,3
	$\delta B_{x2}, \%$	-13,6	-41,9	-51,0	-62,6	-78,2
	$\delta B_{y2}, \%$	1,07	4,91	7,06	10,3	15,6

Iš šių rezultatų matyti, kad labiausiai keičiasi magnetinio srauto tankis  $x$  kryptimi ritelės R2 vietoje. Tačiau gana ryškiai keičiasi magnetinis srautas tiek  $y$ , tiek  $x$  kryptimi ir pirmosios ritelės R1 vietoje. Absoliuti srauto tankio vertė didžiausia yra ritelėje R1  $y$  kryptimi, todėl kontrolei galima įtaisyti kaip tik šią ritelę. Kartu ši ritelė gali būti naudojama ir koeficiento  $K_J$  mažėjimo, mažėjant  $\mu_r$ , kompensavimo grandinėje.

Tuo atveju, kai yra magnetinių priemaišų skystyje pavojus, kartu geriau įrengti ritelę R2 taip, kad jos ašis būtų nukreipta  $x$  kryptimi. Kai yra magnetinių priemaišų, magnetinis srautas išauga, o jo santykinis prieaugis lygus tūrinei priemaišų koncentracijai [6]. Todėl srautas  $B_{x2}$  per antrąją ritelę turėtų išaugti. Tuo tarpu dėl nuosėdų srautas  $B_{x2}$  sumažėja. Be to, tas mažėjimas ypač intensyvu pradiniame nuosėdų formavimosi procese. Kartu įtaisę 1 ritelę taip, kad jos ašis būtų nukreipta  $y$  kryptimi, galėtume įsitikinti, ar sumažėjus  $B_{x2}$  nepablogės magnetolaidžio magnetinės savybės. Taigi iš  $B_{y1}$  ir  $B_{x2}$  pokyčio galime spręsti, kokie procesai vyksta jutiklyje.

Iš 2 lentelės duomenų matome, kad perdavimo koeficiento  $K_J$  santykinis pokytis gerokai mažesnis negu  $B_{y1}$  arba  $B_{x2}$ , todėl toks magnetinių nuosėdų kontrolės būdas labai jautrus ir pakankamai patikimas. Jeigu šios vertės sistemingai auga, vadinasi, būtina stabdyti matavimą ir valyti vidinį kanalo paviršių. Kaupiant  $B_{y1}$  ir  $B_{x2}$  vertes procesoriaus atmintyje, iš priklausomybių  $B_{y1}(t)$  ir  $B_{x2}(t)$  galima susidaryti vaizdą apie nuosėdų susidarymo arba priemaišų pasirodymo dinamiką, kas aktualu tiek EMSM gamintojams, tiek vartotojams.

### Išvados

1. Elektromagnetinio srauto matuoklio jutiklio magnetinės grandinės perdavimo koeficientui turi įtakos trys veiksniai: magnetolaidžio magnetinių savybių blogėjimas, magnetinės nuosėdos jutiklio kanalo vidiniame paviršiuje ir magnetinės priemaišos skystyje.

2. Visus šiuos veiksnius galima patikimai kontroliuoti, įtaisant dvi riteles kanalo išoriniame paviršiuje ir sekant šiose ritelėse sukuriamos elektrovaros dinamiką srauto matuoklio darbo procese.

3. Pirmąją ritelę siūloma įtaisyti po magnetolaidžiu taip, kad jos ašis sutaptų su magnetolaidžio ašimi, o antrąją – magnetolaidžio krašte taip, kad jos ašis būtų lygiagreti su linija, jungiančia elektrodus.

4. Kaupiant šių ritelių elektrovarų matavimo rezultatus procesoriaus atmintyje, galima susidaryti patikimą vaizdą apie procesus, vykstančius srauto matuoklio jutiklyje, jam dirbant.

#### Literatūra

1. **Bevir M.K., O'Sullivan V.T., Wyatt D.G.** Computation of electromagnetic flowmeter characteristics from magnetic field data // Journal of Physics, D: Applied Physics. – 1981. – Nr.14. – P.373–388.
2. **Вельт И.Д., Звенигородский Э.Г., Михайлова Ю.В., Соколова Л.Е.** К вопросу о беспроливном способе

экспериментального исследования электромагнитных расходомеров // Магнитная гидродинамика. – 1976. – №3. – С. 131–136.

3. **Virbalis J. A., Žebrauskas S.** Elektromagnetinių debitmačių su įvairiomis magnetinėmis grandinėmis jautrumas skysčio greičio profiliui // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 1999. – Nr. 4(22). – P.62–65.
4. **Baltušnikas D., Pukys P., Virbalis J.A.** Elektromagnetinio skysčio srauto matuoklio elektrinių kanalo savybių kontrolė matavimo procese // Matavimai. – Kaunas: Technologija, – 2003. – Nr. 1(25). – P. 21-24.
5. **Padegimas R., Virbalis J.A.** Nuosėdų įtaka elektromagnetinio skysčio srauto matuoklio signalui // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2002. – Nr.5 (40). – P.59-64.
6. **Šmeliūnas R. Virbalis J.A.** Elipsoido formos magnetinės dalelės lauko tyrimas // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2002. – Nr.7 (42). – P.72–77.

Pateikta spaudai 2004.II.03

#### **R. Padegimas, J.A. Virbalis. Elektromagnetinio skysčio srauto matuoklio magnetinės grandinės kontrolė matavimo procese // Elektronika ir elektrotechnika.- Kaunas: Technologija, 2004.- Nr. 4(53). - P.63-66.**

Elektromagnetinio srauto matuoklio jutiklio magnetinės grandinės perdavimo koeficientui turi įtakos trys veiksniai: magnetolaidžio magnetinių savybių blogėjimas, magnetinės nuosėdos jutiklio kanalo vidiniame paviršiuje ir magnetinės priemaišos skystyje. Visus šiuos veiksnius galima patikimai kontroliuoti, įtaisant dvi riteles kanalo išoriniame paviršiuje ir sekant šiose ritelėse sukuriamos elektrovaros dinamiką srauto matuoklio darbo procese. Pirmąją ritelę siūloma įtaisyti po magnetolaidžiu taip, kad jos ašis sutaptų su magnetolaidžio ašimi, o antrąją – magnetolaidžio krašte taip, kad jos ašis būtų lygiagreti su linija, jungiančia elektrodus. Modeliavimo, atlikto baigtinių elementų metodu, rezultatai rodo, kad, mažėjant magnetolaidžio magnetinei skvarbai, magnetinis srautas abiejose ritelėse mažės, esant skystyje magnetinių priemaišų magnetinis srautas abiejose ritelėse didės, atsiradus pirmoje ritelėje magnetinių nuosėdų srautas didės, o antroje – mažės. Ypač efektyviai galima kontroliuoti magnetinių nuosėdų susidarymo procesą, nes abiejų ritelių elektrovarų santykinis pokytis bus žymiai didesnis už srauto matuoklio perdavimo koeficiento pokytį. Kaupiant šių ritelių elektrovarų matavimo rezultatus galima susidaryti patikimą vaizdą apie procesus, vykstančius srauto matuoklio jutiklyje, matuojant srautą. Il. 3, bibl. 6 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

#### **R. Padegimas, J.A. Virbalis. Monitoring of Magnetic Circuit of Electromagnetic Flow Meter in Measurement Process // Electronics and Electrical Engineering.- Kaunas: Technologija, 2004. – No .4(53).- P. 63-66.**

Three factors have the influence for transfer coefficient of magnetic circuit of electromagnetic flow meter: diminution of permeability of core, magnetic sediments on the internal wall of duct and magnetic admixtures in the fluid. These factors can be controlled by two coils on the external wall of duct. The first coil must be situated under of the core and axes of the coil and of the core must coincide. The second coil must be situated near of the side of the core, and the axis of this core must be parallel to straight line connected the electrodes. If the permeability of core is diminished, the signal will diminish in both coils, if magnetic admixtures are appeared in the fluid, the signal will increase in both coils and if the magnetic sediment is appeared on the internal wall of duct, the signal of the first coil will increase and the signal of the second coil will diminish. The formation of sediment can be controlled very effective because the signals of both coils change greatly than the transfer coefficient of meter. If the data of measurement results are accumulated in the memory of processor, the processes that happened inside the duct can be investigated. Ill.. 3, bibl. 6 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English, Russian).

#### **Р. Падегимас, Ю.А. Вирбалис. Контроль магнитной цепи электромагнитного расходомера в процессе работы // Электроника и электротехника. - Каунас: Технология, 2004. - № 4(53). - С.63-66.**

На коэффициент передачи электромагнитного расходомера оказывают влияние три основных фактора: ухудшение магнитных свойств магнитопровода, магнитные осадки на внутренней поверхности канала расходомера и магнитные примеси в жидкости. Влияние этих факторов можно надежно контролировать, оборудовав две катушки на внешней поверхности канала и наблюдая за динамикой этих катушек в процессе работы расходомера. Первую катушку предлагается устроить под магнитопроводом так, чтобы оси магнитопровода и катушки совпадали, а вторую катушку – под краем магнитопровода так, чтобы ее ось была параллельна прямой, проходящей через электроды расходомера. Результаты моделирования, проведенного методом конечных элементов, показывают, что при ухудшении магнитных свойств магнитопровода магнитный поток через обе катушки будет уменьшаться, при появлении магнитных примесей в жидкости в обеих катушках магнитный поток будет увеличиваться, а при появлении магнитных осадков в первой катушке поток будет возрастать, а во второй – уменьшаться. Особенно эффективно можно контролировать процесс образования магнитных примесей, так как крутизна изменения сигналов обеих катушек значительно больше, чем крутизна изменения коэффициента передачи расходомера. Накапливая результаты измерения сигналов катушек можно достоверно изучать процессы, протекающие в канале расходомера в процессе измерения. Ил. 3, библи. 6 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).