

УДК 620.179

СЕБКО В. В.,* БАБЕНКО В. М.,* ЗДОРЕНКО В. Г.**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

**Київський національний університет технологій та дизайну

ТРИПАРАМЕТРОВИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗРАЗКА СЛАБОФЕРОМАГНІТНОЇ РІДИНИ

Мета. Метою статті є дослідження універсальних функцій перетворення теплового контактного електромагнітного перетворювача (ТКЕП) зі зразками слабоферромагнітних рідин у поперечному магнітному полі

Методика. Використана методика дослідження трипараметрового електромагнітного методу вимірювального контролю зразків параметрів слабоферромагнітних рідин при застосуванні теплового ТКЕП.

Результати. На основі запропонованих універсальних функцій перетворення теплового ТКЕП, отримано основні співвідношення, які описують трипараметровий метод вимірювального контролю відносної магнітної проникності μ , питомої електричної провідності σ і температури t зразка, що контролюється.

Наукова новизна. Розвинуті теоретичні положення роботи теплового ТКЕП зі зразком слабоферромагнітної рідини, що піддається нагріванню у процесі контролю, задля імітації промислових умов експлуатації рідин, зберігання та транспортування, під час вимірювального контролю відносної магнітної проникності μ , питомої електричної провідності σ і температури t зразка слабоферромагнітної рідини, що контролюється.

Практична значимість. Розроблено алгоритм реалізації вимірювального контролю відносної магнітної проникності μ , питомої електричної провідності σ і температури t зразка слабоферромагнітної рідини, що контролюється, на основі вимірювань та аналізу сигналів теплового трипараметрового ТКЕП.

Ключові слова: слабоферромагнітна рідина, зразок, нагрівання, корелювальні параметри, температура, питомий електричний опір, магнітна проникність, трипараметровий метод вимірювального контролю, різницевий сигнал, тепловий контактний електромагнітний перетворювач.

Вступ. На теперішній час особливе значення у сучасній промисловості набувають дослідження магнітних рідин. Застосування магнітних рідин має тенденцію до подальшого поширення особливо в останній час, у зв'язку з безперервним розвитком машинобудівної галузі. При цьому, завдяки поєднуванню магнітними рідинами текчості, а також здатності до взаємодії з джерелами зовнішніх магнітних полів, досліджувані рідини мають необхідні хіміко-технологічні, механіко-магнітні, термомагнітні та термоелектричні властивості, що у свою чергу, надає можливість їх подальшого використання, у якості робочого середовища, у занурювальних електродвигунах, екологічних апаратах для очищення водних середовищ від нафтопродуктів, вальницях вимірювальних пристроїв, у якості демпферів приладів вимірювальної техніки і робочих тіл механічних пристроїв [1-4].

Властивості магнітних рідин, у багатьох випадках, визначаються властивостями диспергованих часток, їхньою електричною та магнітною взаємодією та пов'язаною з нею структурною будовою усєї досліджуваної системи. Слід визначити, що найважливіші властивості магнітних рідин, пов'язано насамперед з наявністю в них агрегатів визначеного типу, виникнення яких, у свою чергу, пов'язують зі взаємодією зовнішніх магнітних полів з

механічною, магнітною та електричною взаємодією між однойменними дисперсними частками досліджуваної моделі [1-4]. Всі ці обставини ставлять в ряд найбільш актуальних проблему створення й вдосконалення приладів та методів визначення магнітних, електричних, та температурних параметрів магнітних рідин, які застосовуються у машинобудівній галузі. Таким чином, якість магнітних рідин, оцінюють за значеннями відносною магнітної проникності μ_r , питомою електричної провідності σ та температури t , всі ці параметри, що корелюють поміж собою, включають до себе інформацію стосовно стану магнітної рідини в процесі виготовлення, застосування та експлуатації. Вимірювальний контроль електромагнітних та температурних параметрів, дозволяє також встановлювати раціональні критерії якості виготовлення магнітних рідин, стосовно підбору необхідних рідких основ і поверхнево-активних речовин (ПАР) [1-4]. Таким чином, сумісне визначення μ_r , σ і t , дозволяє здійснювати не тільки відбраковування магнітних рідин, а й операційний контроль в процесі виготовлення, застосування та експлуатації, а також відпрацювання оптимальної технології задля отримання продукції високої якості. Слід визначити, що для багатопараметрового контролю фізико-механічних характеристик рідинних середовищ, за своїми технічними характеристиками має безсумнівні переваги тепловий контактний електромагнітний перетворювач (ТКЕП), який використовує поперечне магнітне поле [5-7]. Ідея використання ТКЕП, стосовно вимірювального контролю параметрів провідних рідинних середовищ [8], заснована на тому, що під час проходження струму, створюється магнітне поле, при цьому дисперговані феромагнітні частинки, які потрапляють або знаходяться (у результаті створення методом диспергування часток магнітного матеріалу, магнітної рідини) [1-4], мають властивості притягання поміж собою та створюють монолітну структуру стрижня. Одночасно властивості ПАР, наприклад, на основі трансформаторного мастила [1-4], є можливим контролювати за допомогою безконтактних електромагнітних перетворювачів [8, 9]. Таким чином, основною ідеєю реалізації вимірювального контролю фізико-механічних параметрів на базі контактних електромагнітних методів, вважають те що скляна трубка (або пробниця), яка містить зразок магнітної рідини й за якою проходить струм, у даному випадку є тепловим електромагнітним перетворювачем і зразком рідини, що контролюється [5-7]. При цьому, індуктивність L та електричний опір R ТКЕП, залежать від геометричних, магнітних, електричних і температурних параметрів зразку рідини, що досліджується [8]. Досліджувану модель ТКЕП – зразок магнітної рідини, можна характеризувати системою рівнянь

$$\begin{cases} L_m = f(\mu_r, \sigma, a, t), \\ R_n = f(\mu_r, \sigma, a, t), \\ \sigma_t = \frac{\sigma_1}{1 + \frac{\alpha}{1 + \alpha t_1}(t - t_1)}. \end{cases} \quad (1)$$

Слід визначити, що застосування теплового ТКЕП для контролю магнітних рідин, обумовлено не тільки відносно спрощеною схемною реалізацією, а й відсутністю впливу розмагнетчувального фактору на результати вимірювального контролю, що надає можливість підвищити вірогідність контролю фізико-механічних параметрів магнітної рідини. У свою

чергу, застосування безконтактних електромагнітних перетворювачів (трансформаторного і параметричного), потребує використання достатньо протяжних електромагнітних перетворювачів і пробниць зі досліджуваними зразками задля створення однорідного магнітного поля у самому перетворювачі та усунення впливу розмагнечувального фактору на результати вимірювального контролю характеристик μ_r , σ і t рідини. При цьому, урахування впливу вихрових струмів, призводить до необхідності сумісного вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів рідини, що контролюється, одним і тим же ТКЕП, оскільки електромагнітні параметри надають рівноцінний внесок у компоненти сигналу ТКЕП, а збільшення температури магнітної рідини призводить до змінення індуктивності L та електричного опору R ТКЕП, що можна помилково вважати результатом спричинення зростання магнітних часток у рідині, що досліджується. Слід визначити, що змінення температури призводить до додаткового внеску у компоненти сигналів ТКЕП. У практиці машинобудування та складних систем приладобудування, застосовують магнітні рідини з різними значеннями μ_r , наприклад, магнітні рідини з водною основою, використовуються під час моніторингу стану водойм у приладах, які застосовують для очищення штучних і природних водойм та водосховищ від плям, які утворюються в результаті викидів нафтопродуктів. Таким чином, виникає важлива наукова і практична проблема, сутність якої полягає у створенні контактних електромагнітних методів вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферромагнітних рідин, за допомогою ТКЕП, який використовує поперечне магнітне поле та являє собою одночасно електромагнітний контактний перетворювач та зразок слабоферромагнітної рідини.

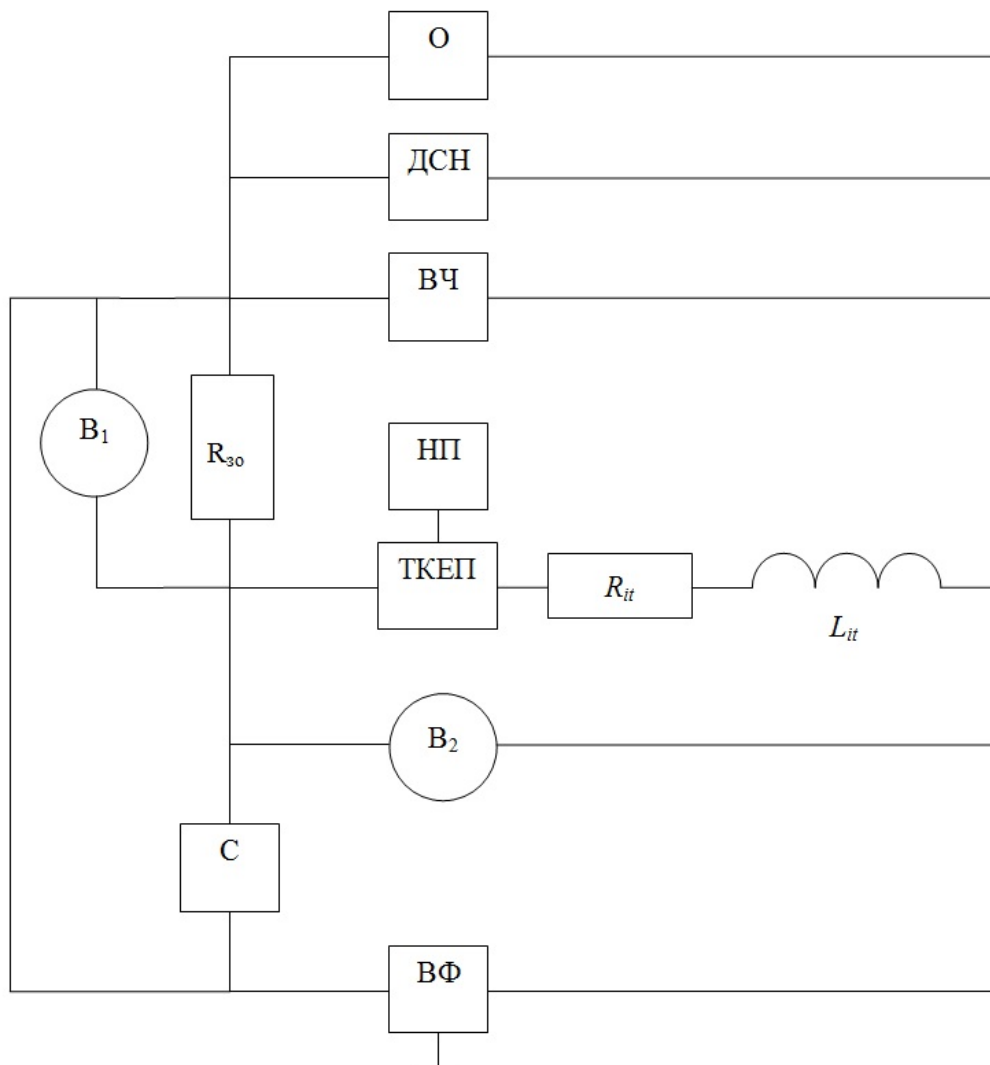
Постановка завдання. Метою статті є дослідження універсальних функцій перетворення теплового контактного електромагнітного перетворювача (ТКЕП) зі зразками слабоферромагнітних рідин у поперечному магнітному полі. Для досягнення мети роботи, необхідно вирішити наступні питання:

1. Дослідити електромагнітний контактний трипараметровий метод вимірювального контролю відносної магнітної проникності μ_r , питомої електричної провідності σ та температури t .

2. Отримати нові універсальні функції перетворення ТКЕП, які дозволяють контролювати значення μ_r , σ і t за допомогою сумісних або селективних чинників.

Результати дослідження. Скориставшись результатами робіт [5-7], далі необхідно дослідити контактний трипараметровий метод вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферромагнітної рідини. Теорію роботи теплових ТКЕП, засновано на аналізі взаємодії магнітного поля, яке створюється за допомогою зовнішнього джерела, з магнітним полем вихрових струмів, які наводяться у зразку слабоферромагнітної рідини. При цьому для теплових ТКЕП від температури t залежать не тільки μ_r і σ , а й індуктивність та опір зразка слабоферромагнітної рідини. На рис.1, з урахуванням схемних реалізацій робіт [5-10], наведено схему теплового ТКЕП зі зразком слабоферромагнітної рідини. Схема містить до себе: ТКЕП, який виконує одночасно функцію теплового контактного електромагнітного перетворювача і являє собою зразок слабоферромагнітної рідини, що контролюється, О – осцилограф, ДСН – джерело синусоїдальної напруги, ВЧ – вимірювач частоти, В1 і В2 – вольтметри, R_{30} – зразковий опір,

С – самопис двоканальний для контролю форми струму I та напруги U зразка рідини, що контролюється, ВФ – вимірювач фазового кута поміж струмом I та напругою U рідини, НП – нагрівальний пристрій. Таким чином, ТКЕП, являє собою скляну трубку, яка має радіус $a = 12$ мм і довжину $l = 0,6$ м, по торцях скляної трубки передбачено увід електродів для струму I , який підводиться з ДСН. В схемі на рис.1, ТКЕП представлено у вигляді послідовно увімкненого опору R_{it} та індуктивності L_{it} [5-7]. Таким чином за допомогою ТКЕП, як показано на рисунку, здійснюються вимірювання струму I , напруги U та фазового кута зсуву φ зразка слабоферромагнітної рідини, що контролюється, при цьому напруженість магнітного поля на зразку, не повинна перевищувати 130 А/м.



Функціональна схема теплового ТКЕП для вимірювального контролю μ_{rt} , σ_t і t параметрів зразку слабоферромагнітної рідини

Схема передбачає нагрівання зразка у процесі контролю, за допомогою нагрівального пристрою НП, задля підвищення вірогідності контролю електромагнітних параметрів зразка слабоферромагнітної рідини. У якості контрольних методів вимірювання температури,

передбачено застосування нікелевих терморезисторів – НТ, які мають високу точність і чутливість.

Таким чином, алгоритм вимірювального контролю зразка слабоферромагнітної рідини наступний: спочатку за допомогою моста змінного струму визначають електричний опір R_0 , зразка слабоферромагнітної рідини, що контролюється, після цього знаючи струм I і напругу U_t на кінцях пробниці, що досліджується, знаходять опір R_{it} , при частоті магнітного поля $f = 12$ КГц, знаходять нормований опір зразка $R_{нт}$ рідини за формулою

$$R_{нт} = \frac{R_t I}{U_n} \quad (2)$$

Після цього, застосувавши залежність $R_{нт} = f(x)$, з урахуванням нагрівання зразка рідини, знаходять узагальнений магнітний параметр x_t (див. табл.1).

Сумарну індуктивність зразка рідини, знаходять за формулою

$$L_{\Sigma} = \frac{U_m}{I \cdot 2\pi f_t} \sin \varphi_t \quad (3)$$

Далі, визначають зовнішню індуктивність зразка слабоферромагнітної рідини за формулою

$$L_e = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{a} - 1 + \frac{4a}{\pi l} - \frac{a^2}{l^2} \right) \quad (4)$$

Внутрішню індуктивність L_{it} , зразка слабоферромагнітної рідини, знаходять з виразу

$$L_{it} = L_{\Sigma_t} - L_e \quad (5)$$

Далі за залежністю $L_{інхт} = f(R_{нт})$, для зразка слабоферромагнітної рідини (див. табл.1), знаходять нормовану внутрішню індуктивність $L_{інхт}$, яку обумовлено проходженням магнітного потоку, через квадратну одиничну площину, зі стороною, яка дорівнює глибині проникнення δ магнітного поля, у зразок слабоферромагнітної рідини, який піддається нагріванню у процесі контролю

Питому електричну провідність зразку σ_t , знаходять за формулою

$$\sigma = x^2 L_0 L_{ін} / (2\pi a^2 \mu_0 f (L_{\Sigma_t}) - (L_e)) \quad (6)$$

Температуру зразка слабоферромагнітної рідини t , знаходять з виразу

$$t = \frac{1 + \alpha t_1}{\alpha} \left[\left(\frac{\sigma_1 x_t^2 \cdot L_{інт} L_0}{a^2 \cdot \mu_0 \omega (L_{\Sigma_t} - L_e)} - 1 \right) \right] + t_1 \quad (7)$$

Відносну магнітну проникність $\mu_{нт}$ зразка слабоферромагнітної рідини знаходять за залежністю $\mu_{нт} = f(x_t)$, (див. табл.1). В табл.1, наведено універсальні функції перетворення $R_{нт} = f(x)$, $L_{інхт} = f(R_{нт})$ і $\mu_{нт} = f(x_t)$

Таблиця 1

Універсальні функції перетворення теплового ТКЕП зі зразком слабоферромагнітної рідини $R_{нт} = f(x)$, $L_{інхт} = f(R_{нт})$ і $\mu_{нт} = f(x_t)$

x	$R_{нт}$	$L_{інхт}$	$\mu_{нт}$
1,35	0,9910	1,8354	2,11
1,37	0,9904	1,8879	2,18
1,39	0,9902	1,9409	2,24
1,41	0,9896	1,9971	2,30
1,46	0,9879	2,1079	2,39
1,49	0,9875	2,1638	2,54
1,56	0,9836	2,3681	2,74
1,64	0,9819	2,6897	2,98

Продовження таблиці 1

1,71	0,9780	2,8493	3,28
1,82	0,9739	3,1913	3,72
1,93	0,9689	3,6530	4,18
2,04	0,9597	3,9522	4,75
2,16	0,9503	4,4312	5,00

Таким чином, досліджуваний метод вимірювального контролю, який засновано на універсальних функціях перетворення $R_{нт} = f(x)$, $L_{інхт} = f(R_{нт})$ і $\mu_{тt} = f(x_t)$ дозволяє визначити параметри μ_t , σ і t зразків слабоферомагнітних рідин, за допомогою як сумісних так і роздільних засобів.

Висновки. Результати, які наведено у даній статті, дозволяють визначити коло завдань для вирішення важливої наукової і практичної проблеми, сутність якої полягає у створенні контактних електромагнітних методів вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферомагнітних рідин, за допомогою ТКЕП, який використовує поперечне магнітне поле та являє собою одночасно електромагнітний контактний перетворювач та зразок слабоферомагнітної рідини. В рамках дослідження цієї проблеми запропоновано трипараметровий електромагнітний метод сумісного вимірювального контролю параметрів μ_t , σ і t слабоферомагнітних рідин. На основі запропонованих універсальних функцій перетворення теплового ТКЕП: $R_{нт} = f(x)$, $L_{інхт} = f(R_{нт})$ і $\mu_{тt} = f(x_t)$, отримано основні співвідношення, які описують алгоритм реалізації трипараметрового методу вимірювального контролю відносної магнітної проникності μ_t , питомої електричної провідності σ та температури t . Знайдено числові значення функцій перетворення теплового ТКЕП зі зразком слабоферомагнітної рідини.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні раціональних критеріїв якості виготовлення магнітних рідин широкого асортименту, на основі контактних і безконтактних теплових перетворювачів, при розрахунках і проектуванні автоматизованих пристроїв контролю та керування процесами виготовлення слабоферомагнітних та феромагнітних рідин.

Література

1. Справочник химика/ [Никольский Б. П., Григоров О. Н., Позин М. Е. и др.]. – Л.: Изд-во "Химия". – 1964. – 1067 с.
2. Баштовой В. Г. Введение в термомеханику магнитных жидкостей/ Баштовой В.Г., Берковский Б. М., Вислович А. Н. – Москва. – Наука и техника. – 1985. – 188 с.
3. Фертман В. Е. Магнитные жидкости/ Фертман В. Е. – Естественная конвекция и теплообмен. – Минск. – Наука и техника. – 1978. – 208 с.
4. Гогосов В. В., Налетова В. А., Шапошникова Г. А. Гидродинамика намагничивающихся жидкостей // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. механика жидкости и газа. – М.: ВИНТИ. – 1981. – Т 16. – С.

References

1. Spravochnik khimika/ [Nikol'skiy B. P., Grigorov O. N., Pozin M. E. i dr.]. – L.: Izd-vo "Khimiya". – 1067 p. 1964.
2. Bashtovoy V. G., Vvedenie v termomekhaniku magnitnykh zhidkostey/ Bashtovoy V. G., Berkovskiy B. M., Vislovich A. N. Moskva. Nauka i tekhnika. – 1985. – 188 p.
3. Fertman V. E. Magnitnye zhidkosti/ Fertman V. E. – Estestvennaya konvektsiya i teploobmen. – Minsk. – Nauka i tekhnika. – 1978. – 208 p.
4. Gogosov V. V., Naletova V. A., Shaposhnikova G. A. Gidrodinamika namagnichivayushchikhsya zhidkostey // Itogi nauki i tekhniki VINITI. Ser. mekhanika zhidkosti i gaza. – M.: VINITI. 1981

76–208.

5. Себко В. П., Львов С. Г., Бабак В. П. Контактный двухпараметровый контроль цилиндрических изделий // Труды Международной научно-практической конференции "Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье". – Харьков: ХГПУ. – 1997. – Ч. 3. – С. 5–7.

6. Себко В. П., Пушай И. А. Определение электромагнитных параметров цилиндрического изделия контактным вихретоковым методом // Вестник Национального технического университета "Харьковский политехнический институт". – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2003. – Вып. 10. – С. 255–257.

7. Себко В. В. Определение параметров ферромагнитной жидкости с помощью контактного рабочего преобразователя КРП // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ". – 2006. – Вип. 44. – С. 15–24.

8. Себко В. В., Здоренко В. Г. Метод неруйнівного контролю зразка водного розчину адипінової кислоти // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – Київ: КНУТД, 2016. – №1 (94). – С. 121–127.

9. Себко В. В., Верба А. Ю. Бесконтактный комплексный многопараметровый вихретоковый контроль образцов слабоферромагнитных и ферромагнитных жидких сред // Електротехніка і електромеханіка. – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. – №1. – С. 53–57

10. Себко В. В., Новожилова Т. Б., Мисик В. С., Кучеренко Д. А., Нзиока А. М. Определение четырех параметров пробы контролируемой магнитной жидкости с помощью теплового трансформаторного вихретокового преобразователя (ТВП) // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. – Вип. 48. – С. 140–150.

11. Федотов А. В. Расчет и проектирование индуктивных измерительных устройств/ Федотов А.В. – М.: Машиностроение, 1979. – 176 с.

Tom 16. P. 76–208.

5. Sebko V. P., L'vov S. G., Babak V. P. Kontaktnyy dvukhparametrovyy kontrol' tsilindricheskikh izdeliy // Trudy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Informatsionnye tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiya, obrazovanie, zdorov'ye. – Khar'kov: KhGPU. 1997. Tom. 3. P. 5–7.

6. Sebko V. P., Pushay I. A. Opredelenie elektromagnitnykh parametrov tsilindricheskogo izdeliya kontaktnym vikhretokovym metodom // Vestnik Natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta Khar'kovskiy politekhnicheskii institut. – Khar'kov: NTU KhPI. 2003. Tom. 10. P. 255–257.

7. Sebko V. V. Opredelenie parametrov ferromagnitnoy zhidkosti s pomoshch'yu kontaktnogo rabocheho preobrazovatelya KRP. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Kharkivskiy politekhnichnyi instytut. – Kharkiv: NTU KhPI. 2006. Tom. 44. p. 15–24.

8. Sebko V. V., Zdorenko V. H. Metod neruivnogo kontroliu zrazka vodnoho rozchynu adypinovoї kysloty // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. – Kyiv: KNUVD, 2016. – №1 (94).p. 121–12.

9. Sebko V. V., Verba A. Yu. Beskontaktnyy kompleksnyy mnogoparametrovyy vikhretokovyy kontrol' obraztsov slaboferromagnitnykh i ferromagnitnykh zhidkikh sred. Elektrotekhnika i elektromekhanika. – Kharkiv: NTU KhPI, 2011. №1. p. 53–57.

10. Sebko V. V., Novozhilova T. B., Misik V. S., Kucherenko D. A., Nzioka A. M. Opredelenie chetyrekh parametrov proby kontroliruemoy magnitnoy zhidkosti s pomoshch'yu teplovogo transformatornogo vikhretokovogo preobrazovatelya (TVP) // Visnyk Natsional'nogo tekhnichnoho universitetu Kharkivskiy politekhnichnyi institut. Kharkiv: NTU KhPI, 2011. Vyp. 48. p. 140–150.

11. Fedotov A. V. Raschet i proektirovanie induktivnykh izmeritel'nykh ustroystv Fedotov A. V. – M.: Mashinostroenie, 1979. – 176 p.

SEBKO V.
vadim.sebko@gmail.com
National Technical University "Kharkiv Polytechnic
Institute"

ZDORENKO V.
alzd123@meta.ua
ORCID: 0000-0001-6508-4290
Kiev National University of Technologies & Design

BABENKO V.M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic
Institute»

ТРЕХПАРАМЕТРОВЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ОБРАЗЦА
СЛАБОФЕРОМАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ
СЕБКО В. В.,* БАБЕНКО В. М.,* ЗДОРЕНКО В. Г.**

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
**Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Целью статьи является исследование универсальных функций преобразования теплового контактного электромагнитного преобразователя (ТКЭП) с образцами слабоферромагнитных жидкостей в поперечном магнитном поле.

Методика. Использована методика исследования трехпараметрового электромагнитного метода измерительного контроля образцов параметров слабоферромагнитных жидкостей при применении теплового ТКЭП.

Результаты. На основе предложенных универсальных функций преобразования теплового ТКЭП, получены основные соотношения, описывающие трехпараметровый метод измерительного контроля относительной магнитной проницаемости μ_r , удельной электрической проводимости σ и температуры t контролируемого образца.

Научная новизна. Развита теоретическая работа теплового ТКЭП с образцом слабоферромагнитной жидкости, которая подвергается нагреву в процессе контроля, для имитации промышленных условий эксплуатации жидкостей, хранения и транспортировки, во время измерительного контроля относительной магнитной проницаемости μ_r , удельной электрической проводимости σ и температуры t образца контролируемой слабоферромагнитной жидкости.

Практическая значимость. Разработан алгоритм реализации измерительного контроля относительной магнитной проницаемости μ_r , удельной электрической проводимости σ и температуры t образца слабоферромагнитной контролируемой жидкости на основе измерений и анализа сигналов теплового трехпараметрового ТКЭП.

Ключевые слова: слабоферромагнитная жидкость, образец, нагрев, коррелированные параметры, температура, удельное электрическое сопротивление, магнитная проницаемость, трехпараметровый метод измерительного контроля, разностный сигнал, тепловой контактный электромагнитный преобразователь.

THREE-PARAMETER MEASUREMENT CONTROL OF A LOW-FERROMAGNETIC LIQUID
PATTERN

SEBKO V. V.*, BABENKO V. M.*, ZDORENKO V. G.**

* National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

** Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. The aim of the article is to study the universal functions of conversion of thermal contact electromagnetic Converter (TCEC) with samples of weakly ferromagnetic liquids in a transverse magnetic field.

Methodology. The technique used for the study three-parameter electromagnetic method of measuring control samples parameters low-ferromagnetic liquids when applying the thermal TCEP.

Findings. Based on the proposed generic functions convert the thermal TCEP received basic relationships describing three-parameter method measuring the control of the relative magnetic permeability μ_r , the specific electrical conductivity σ , and the temperature t of the controlled sample.

Originality. The theoretical position of the thermal TCEP with a sample of a weakly ferromagnetic liquid, which is heated in the process of control, to simulate the industrial conditions of operation of liquids, storage and transportation, during the measurement control of the relative magnetic permeability is developed μ_r , the specific electrical conductivity σ , and the temperature t of the sample of the weakly ferromagnetic fluid, which is controlled.

Practical value. An algorithm for realizing the measurement of the relative magnetic permeability μ_r , the specific electrical conductivity σ and the temperature t of the sample of the weakly ferromagnetic fluid controlled on the basis of measurements and analysis of signals of the thermal three-parameter TCEC is developed.

Key words: low-ferromagnetic fluid, sample, heating, correlation parameters, temperature, specific electrical resistance, magnetic permeability, three-parameter method of measuring control, differential signal, thermal contact electromagnetic converter.