

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сергеев И.В., Эппель С.С., Основы проектирования швейных машин., М.,Л.: Гизлегпром, 1946.-290с.
2. Кожевников С.Н., Пруслин М.М., Механика швейных машин., М., Л., 1948.-314с.
3. Маракушев Е.А., Русаков С.И., Эппель С.С., Машины швейного производства, конструкция, расчет и основы проектирования, Київ, Техніка 1967.-320с.
4. Вальшиков И.М., Зайцев Б.А., Вальшиков Ю.Н., Расчет и проектирование машин швейного производства Л., Машиностроение 1973.-342с.
5. Комиссаров и др. Проектирование и расчет машин обувных и швейных производств, М., 1978.-430с.
6. Решетов Л.И., Кулачковые механизмы, М., Машгиз, 1953.-425с.
7. Тир К.В., Комплексный расчет кулачковых механизмов Киев-М., Машгиз, 1958.-308с.
8. Артоболовский И.Н., Левитский Н.И., Черкудинов С.А. Синтез плоских механизмов М., 1959.-1085с.
9. Ротбарт Г.А., Кулачковые механизмы (проектирование, динамика, точность изготовления) Л. 1960.-330с.
10. Левитский И.И., Кулачковые механизмы, М., Машиностроение, 1964.-287с.
11. Пищиков В.О., Орловський Б.В., Проектування швейних машин, Київ.-Формат, 2007.-320 с.

Надійшла 29.06.2010

УДК 620.179.14

**СУМІСНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ БАГАТОПАРАМЕТРОВИЙ КОНТРОЛЬ  
СЛАБОФЕРОМАГНІТНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ВИРОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ  
ТЕПЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО ВИХОРОСТРУМОВОГО ДАВАЧА  
(ТВД)**

В.П. СЕБКО, В.В. СЕБКО

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

В.Г. ЗДОРЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

*Досліджено теоретичні положення роботи теплового ТВД під час сумісного вимірювального контролю відносної магнітної проникності  $\mu_r$ , питомої електричної провідності  $\sigma$ , температурного коефіцієнту магнітної проникності  $\alpha_\mu$ , та температури  $t$  слабоферромагнітних циліндричних виробів*

На сьогодні особливе значення набуває розвиток вихорострумівих методів та пристроїв неруйнівного контролю параметрів виробів та середовищ. Наприклад, цілу низку наукових робіт присвячено розгляду параметричного вихорострумівого давача (ПВД) з виробами та середовищами, що контролюються [1, 2]. Роботу ПВД засновано на залежності електричного опору та індуктивності обмотки від фізико-механічних параметрів об'єкту контролю. Однак, слід визначити, що параметричний

давач має цілий ряд недоліків, які пов'язано з впливом температури навколишнього середовища на результати вимірювань параметрів виробів, а також зі складними алгоритмами вимірювальних та розрахункових процедур. Особливо слід визначити роботи, які присвячено контактним вихорострумним методам та пристроям контролю електромагнітних і температурних параметрів виробів і середовищ [3 - 5]. Перевагами методів [3-5] у порівнянні з безконтактними є, насамперед, те що контролюються циліндричні вироби достатньо короткі, котрі зондуються круговим поперечним магнітним полем, що у свою чергу, виключає вплив розмагнічуючого фактора на результати вимірювань. Контактні методи реалізуються досить просто: якщо повздовж циліндричного стрижня, пропускати електричний струм та після цього вимірювати падіння напруги на стрижні та фазовий кут зсуву між струмом і напругою, потрібно визначити індуктивність та опір стрижня, які пов'язані з відносною магнітною проникністю  $\mu_r$ , електропровідністю  $\sigma$ , геометричними параметрами стрижня, що контролюється і температурою  $t$ . Недоліками контактних методів і пристроїв є те, що не відомо вплив контактів на результати вимірювань, а також вимоги до чистоти поверхні у місті контакту, не вказано межі змінення магнітних та електричних параметрів, а також частотний діапазон. У даній статті буде запропоновано сумісний вимірювальний контроль параметрів слабоферомагнітних циліндричних виробів за допомогою трансформаторного вихорострумного давача (ТВД), використання якого призводить до практичної відсутності температурної похибки, завдяки стабілізації струму намагнічувальної обмотки. Використання ТВД обумовлено також простотою схемних реалізацій, можливістю автоматизації процесу вимірювального контролю електромагнітних та температурних параметрів виробів та середовищ. Слід визначити, що у теперішній час, розвиток методів, які реалізуються на основі ТВД, повинен здійснюватися шляхом розробки способів підвищення точності вимірювань багатьох параметрів об'єктів, що контролюються. У роботах [6, 7] запропоновано використання додаткової обмотки вбудованої у ТВД, яка виконує функції нагріву об'єкту контролю. Нагрів виробу у процесі контролю дозволяє підвищити вірогідність контролю фізико-механічних параметрів циліндричних виробів, тому що визначення багатьох параметрів, які мають вплив на об'єкт контролю, призводить до підвищення методичної складової вірогідності контролю, у свою чергу, зменшення похибок вимірювань параметрів циліндричних виробів, що контролюються, призводить до підвищення інструментальної складової вірогідності контролю [9, 10]. Окрім цього, сумісний багатопараметровий вимірювальний контроль параметрів циліндричних виробів, сприяє виникненню інформаційної надмірності, яка дозволяє з найбільшою достовірністю ідентифікувати об'єкт, що контролюється, якщо марка матеріалу виробу не відома. Таким чином, на сьогодні важливими до кінця не вирішеними питаннями, є підвищення точності вихорострумних пристроїв, а також підвищення вірогідності контролю фізико-механічних параметрів слабоферомагнітних циліндричних виробів за рахунок реалізації багатопараметрових вихорострумних методів, які повинні бути розроблені на основі простих алгоритмів вимірювальних та розрахункових процедур, важливим питанням також є ідентифікація зразків, що контролюються, за рахунок створення інформаційної надмірності за допомогою теплових ТВД. В цей час потреби сучасної промисловості України потребують вирішення цих питань, тому що слабоферомагнітні вироби використовуються практично у кожній галузі промисловості, наприклад, машинобудуванні, приладобудуванні, хімічному машинобудуванні та ін.

**Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом дослідження є створення таких багатопараметрових вихорострумів методів і пристроїв, що дозволяють підвищити точність і вірогідність контролю параметрів слабоферромагнітних циліндричних виробів, а також ідентифікувати об'єкт контролю за рахунок створення інформаційної надмірності. Слід визначити, що відомі методи та пристрої контролю параметрів виробів, які реалізуються на основі ТВД, мають достатньо складний алгоритм вимірювальних і розрахункових процедур, а отриманим авторами робіт [2-8] формулам, бракує простоти і точності.

**Постановка завдання**

Метою дослідження є створення теоретичних основ роботи теплового ТВД, на базі якого здійснюється реалізація безконтактного багатопараметрового вихорострумів методу контролю магнітних, електричних і температурних параметрів слабоферромагнітних циліндричних виробів. Основною умовою реалізації цього методу є повна компенсація ЕРС ТВД без виробу, яка надає можливість підвищити точність вимірювань, а також вірогідність контролю електромагнітних параметрів слабоферромагнітних виробів за рахунок зменшення похибок вимірювань ЕРС ТВД  $E_{вн}$  та фазового кута зсуву  $\varphi_{вн}$ , а також за рахунок сумісного вимірювального контролю відносної магнітної проникності  $\mu_r$ , питомої електричної провідності  $\sigma$  і температури  $t$  слабоферромагнітних циліндричних виробів.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні задачі:

- отримати нові універсальні функції перетворення, тобто залежності питомих нормованих вносимих ЕРС теплового ТВД  $E_{внi}$  від фазових кутів зсуву  $\varphi_{внi}$  (між ЕРС  $E_0$  ТВД без виробу та ЕРС  $E_{внi}$  ТВД з виробами, що нагріваються), а також залежності узагальненого магнітного параметру  $x_i$  від  $\varphi_{внi}$ , при  $\mu_r = 1,1; 1,2; 1,3; 1,5$ ;
- навести основні співвідношення, що надають можливість опису безконтактного вихорострумів методу сумісного вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферромагнітних циліндричних виробів.

**Результати та їх обговорення**

Скориставшись результатами робіт [6 - 13] у яких описана теорія роботи ТВД, можливо перейти до викладання нового матеріалу. На рис. 1 з урахуванням схемних реалізацій [6 - 8] і [11-13], подано схему теплового ТВД за допомогою якої здійснюється сумісний вимірювальний контроль магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферромагнітних циліндричних виробів. Схема на рис. 1 передбачає нагрів слабоферромагнітних циліндричних виробів у процесі контролю за допомогою нагрівального пристрою НП.

Схема містить: ТРМ-10 – терморегулятор, який призначено для керування нагрівальним пристроєм та регулювання температури зразка – 3 зі заданою точністю. Зразок 3 розміщується безпосередньо у НП. До схеми також входить три ідентичних вихорострумів давача – РД, КД і ОД (робочий давач, компенсаційний давач, опорний давач). Первинні намагнічувальні обмотки РД, КД і ОД увімкнуті послідовно-узгоджено, а вторинні (вимірювальні) – послідовно-зустрічно. КД виконано у вигляді варіометра та призначено для повної компенсації ЕРС двох зустрічно увімкнутих вторинних обмоток РД і КД.

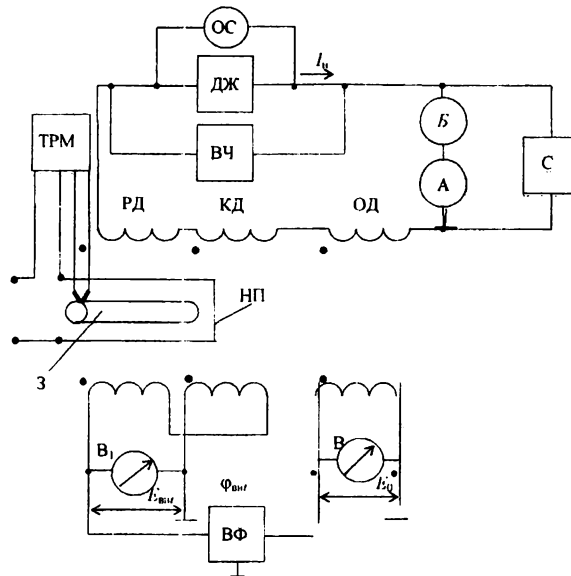


Рис. 1. Схема теплового ТВД для сумісного вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферомагнітних зразків, що контролюються

Таким чином, витки КД змінюють до тих пір, поки ЕРС двох зустрічно увімкннутих обмоток РД і КД буде дорівняно нулю, тобто  $E_0 = 0$ . Це еквівалентно умовному переносу витків вимірювальної обмотки теплового ТВД безпосередньо на зразок. Слід визначити, що компенсація ефектів повітряного зазору необхідна, тому що при відсутності компенсації паразитний магнітний потік, що проходить у повітряному зазорі, може дорівнювати за абсолютною величиною магнітному потоку  $\Phi_2$ , який проходить безпосередньо у виробі, це, в свою чергу, ускладнює сумісний вимірювальний контроль параметрів  $\mu$ ,  $\sigma$  і  $t$  виробів, що контролюються.

Автори робіт [11 - 13] під час своїх досліджень здійснювали часткову компенсацію ЕРС  $E_1$ , яка обумовлена проходженням магнітного потоку  $\Phi_1$  у повітряному зазорі, тобто при дослідженні виробів різного діаметру, треба було змінювати витки КД до тих пір, доки ЕРС двох зустрічно увімкннутих обмоток РД і КД, стане дорівнювати ЕРС  $E_{20}$  (ЕРС обумовлена проходженням магнітного потоку у круговому перерізу повітря), яку розраховували за допомогою відомого виразу [11 - 13]. Таким чином, повна компенсація як апаратурний прийом, надає змогу контролювати слабоферомагнітні вироби різних діаметрів, а також призводить до збільшення бистротії схеми теплового ТВД і зменшення похибок, які пов'язано з недокомпенсацією та перекомпенсацією (які є характерними при частковій компенсації ЕРС  $E_1$ ). Схема також містить джерело живлення змінного струму – ДЖ, осцилограф – ОС, вимірювач частоти – ВЧ, стабілізатор струму – Б (баретер), амперметр – А (для вимірювання намагнічувального струму –  $I_n$ ), самописець зі стробоскопічним пристроєм (для контролю форми струму), вольтметри –  $V_1$  і  $V_2$ , вимірювач фазового кута зсуву – ВФ. Слід визначити, що нагрів виробу у процесі контролю передбачає цілу низку вимог щодо проектування вимірювальних схем теплових ТВД. Насамперед потрібно враховувати, що температура довколишнього середовища має вплив на результати вимірювань параметрів виробів, що контролюються, тому що намагнічувальна обмотка ТВД змінює свій опір, наслідком цього є зміна значення струму та магнітного потоку  $\Phi_2$ . Тому у схемі на рис. 1, для стабілізації струму використовується баретер, який увімкнено послідовно з намагнічувальною обмоткою ТВД.

Стабілізація струму надає змогу також усунути джерело похибки, яке є безпосередньо зв'язаним з нагрівом ТВД і внаслідок якого, крізь тонкий каркас та повітряний зазор нагріваються слабоферромагнітні зразки, що контролюються. Окрім цього, необхідно термоізулювати давач від впливу довколишнього середовища: рядова укладка витків на каркас, просочування лаком або клеєм БФ2 і БФ4. Після цього катушки ТВД обмотуються кіперною стрічкою та також пропитуються лаком або клеєм. Далі для утворення монолітної структури ця конструкція запікається у муфельній печі. Також має бути передбачено порцеляновий жаростійкий каркас давача. Вихрові струми також мають змогу нагрівати вироби, у такому випадку потрібно обмежити напруженість зовнішнього магнітного поля величиною  $H_0 = 60$  А/м. Таким чином, за допомогою вольтметру  $V_1$  вимірюємо ЕРС  $E_{внт}$  при наявності слабоферромагнітного зразка в РП, за допомогою вольтметру  $V_2$  вимірюємо ЕРС  $E_0$  (без виробу). Вимірювачем фазового кута зсуву – ВФ реєструємо  $\varphi_{внт}$  (фазовий кут зсуву між ЕРС  $E_0$  та  $E_{внт}$ ). Для здійснення сумісного вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферромагнітних виробів різних діаметрів, передусім необхідно отримати універсальні функції перетворення теплового ТВД. Тому для розширення діапазону змінення параметрів, що контролюються необхідно перейти до безрозмірних величин. Формулу для визначення питомої нормованої ЕРС теплового ТВД  $E_{внт}^*$ , що вноситься, можна виразити як

$$E_{внт}^* = \frac{E_{внт}}{E_0 \eta} \sqrt{(\mu_{r1} \operatorname{Im} \dot{K})^2 + \mu_{r1} (1 - \operatorname{Re} \dot{K})^2} \quad (1)$$

де індекс  $t$  означає, що дана величина залежить від температури;  $\eta$  – коефіцієнт заповнення виробом теплового ТВД,  $\eta = a^2/a_0^2$  ( $a$  і  $a_0$  – радіуси виробу та давача відповідно);  $\operatorname{Im}$  і  $\operatorname{Re}$  – дійсна та уявна частини параметра  $K$ .

Таким чином, першою функцією перетворення є залежність  $E_{внт}^* = f(\varphi_{внт})$ . За допомогою залежностей  $E_{внт}^* = f(\varphi_{внт})$ , які наведені на рис. 2, визначають відносну магнітну проникність  $\mu_{r1}$  слабоферромагнітних виробів (у широкому діапазоні змінення радіусів виробів 1-50 мм), при вимірних значеннях  $\varphi_{внт}$ . Використовуючі залежності  $x_t = f(\varphi_{внт})$ , які наведено на рис. 3 (при відомих  $\varphi_{внт}$ ), знаходимо параметр  $x_t$  при  $\mu_{r1} = 1,1; 1,2; 1,3; 1,5$ . Знаючи  $x_t$ , визначаємо питому електричну провідність  $\sigma_t$  за формулою

$$\sigma_t = \frac{x_t^2(\mu_{r1}, \varphi_{внт})}{a_0^2 2\pi f \mu_0 \mu_{r1} (E_{внт}^*, \varphi_{внт})}, \quad (2)$$

де в дужках знаходяться параметри від яких залежать величини перед дужками;  $f$  – частота магнітного поля теплового ТВД,  $\mu_0$  – магнітна стала,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м.

Слід визначити, що у досліджуваному температурному діапазоні відносна магнітна проникність слабоферромагнітних виробів  $\mu_{r1}$  залежить від температури лінійно [13]

$$\left( \frac{\mu_{r1}(E_{внт}^*, \varphi_{внт})}{\mu_{r1}} - 1 \right) = \frac{\alpha_{\mu_{r1}}}{1 + \alpha_{\mu_{r1}}} (t - t_1), \quad (3)$$

де  $\mu_r(E_{\text{вн}l}^*, \varphi_{\text{вн}l})$  – відносна магнітна проникність за будь-якої температури з досліджуваного діапазону;  $\mu_{r1}$  – відносна магнітна проникність при  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ ;  $\alpha_{\mu_r}$  – температурний коефіцієнт магнітної проникності.

При цьому,  $\alpha_{\mu_r}$  може бути невідомим, тому, що може бути невідома марка матеріалу зразка. Таким чином, визначення  $\alpha_{\mu_r}$  надає змогу знайти не тільки температуру слабоферромагнітних виробів у діапазоні  $[20 \dots 150^\circ\text{C}]$ , а й точніше ідентифікувати вироби, що контролюються. Для отримання  $\alpha_{\mu_r}$  необхідно мати значення  $\mu_r$  при двох температурах з температурного діапазону, що досліджується, позначимо ці температури  $t$  і  $t_1$ . Таким чином, здійснюючи нагрів зразків, у муфельній печі, а також використовуючі лінійні залежності  $\mu_r = f(t)$  з урахуванням формули (3), маємо такі співвідношення

$$\left(\frac{\mu_{r1}}{\mu_r} - 1\right)(1 + \alpha_{\mu_r} t_1) = \alpha_{\mu_r} t - \alpha_{\mu_r} t_1, \tag{4}$$

$$\text{звідки } \alpha_{\mu_r} t - \frac{\mu_r}{\mu_{r1}} \alpha_{\mu_r} t_1 = \frac{\mu_r}{\mu_{r1}} - 1, \tag{5}$$

$$\alpha_{\mu_r} \left(t - \frac{\mu_r}{\mu_{r1}} t_1\right) = \frac{\mu_r}{\mu_{r1}} - 1, \tag{6}$$

$$\alpha_{\mu_r} = \frac{\frac{\mu_r}{\mu_{r1}} - 1}{t - \frac{\mu_r}{\mu_{r1}} t_1}. \tag{7}$$

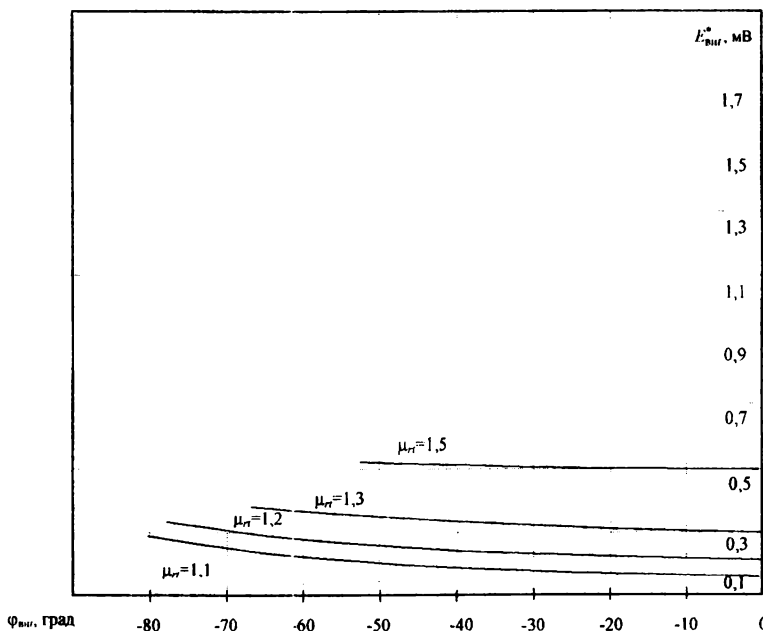


Рис. 2. Залежності  $E_{\text{вн}l}^*$  від  $\varphi_{\text{вн}l}$  теплового ТВД зі слабоферромагнітними виробами, що нагріваються ( $\mu_r = 1,1; 1,2; 1,3; 1,5$ )

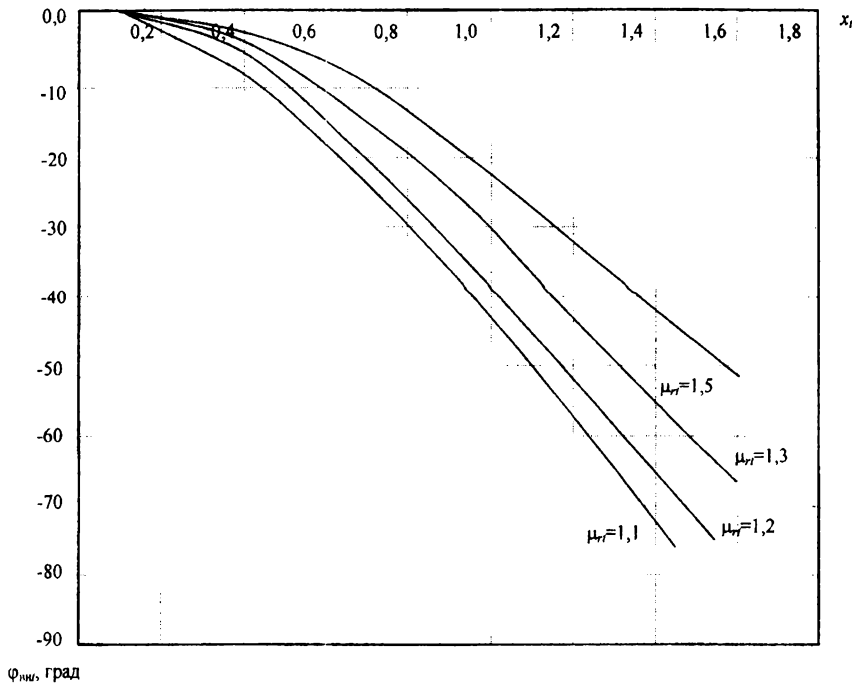


Рис. 3. Залежності  $x_t$  від від  $\varphi_{\text{внл}}$  теплового ТВД зі слабоферромагнітними виробами, що нагріваються ( $\mu_r = 1,1; 1,2; 1,3; 1,5$ )

Знаючи  $\alpha_{\mu_r}$  та  $\sigma$ , визначаємо температуру слабоферромагнітних циліндричних виробів за формулою

$$t = \frac{1 + \alpha_{\mu_r} t_1}{\alpha_{\mu_r}} \left( \frac{\sigma_1 a^2 2\pi \mu_0 \mu_r (E_{\text{внл}}^*, \varphi_{\text{внл}}) f}{x_t^2 (\mu_r, \varphi_{\text{внл}})} - 1 \right) + t_1 \quad (8)$$

Таким чином, алгоритм сумісного вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферромагнітних виробів полягає у наступному: спочатку, за допомогою схеми на рис. 1, визначаємо  $E_{\text{внл}}$ ,  $E_0$ ,  $\varphi_{\text{внл}}$ . Далі, знаючі коефіцієнт заповнення  $\eta$ , визначаємо  $E_{\text{внл}}^*$ . Використовуючі залежності на рис. 2, при вимірних значеннях фазових кутів зсуву  $\varphi_{\text{внл}}$ , знаходимо відносну магнітну проникність  $\mu_r$  слабоферромагнітних зразків, що контролюються. Далі використовуючі залежності  $x_t = f(\varphi_{\text{внл}})$ , знаходимо узагальнений магнітний параметр  $x_t$  і визначаємо питому електричну провідність  $\sigma$ . Потім визначаємо температурний коефіцієнт  $\alpha_{\mu_r}$  і температуру  $t$  слабоферромагнітних циліндричних виробів при  $\mu_r = 1,1; 1,2; 1,3; 1,5$ .

### Висновки

Таким чином, у рамках вирішення важливої науково-практичної проблеми, яка полягає у створенні багатопараметрових вихорострумових методів і пристроїв, які дозволяють підвищити точність і вірогідність контролю параметрів слабоферромагнітних циліндричних виробів, а також ідентифікувати об'єкт контролю за рахунок створення інформаційної надмірності, досліджено теоретичні положення роботи теплового ТВД під час сумісного вимірювального контролю відносної магнітної проникності  $\mu_r$ ,

питомої електричної провідності  $\sigma_r$ , температурного коефіцієнту магнітної проникності  $\alpha_{\mu_r}$  та температури  $t$  зразків, що контролюються. Отримано нові універсальні функції перетворення, тобто залежності питомих нормованих вносимих ЕРС теплового ТВД  $E_{\text{вн}t}^*$  від фазових кутів зсуву  $\varphi_{\text{вн}t}$ , а також залежності параметру  $x_t$  від  $\varphi_{\text{вн}t}$  при  $\mu_r = 1,1; 1,2; 1,3; 1,5$  циліндричних виробів.

Наведено основні співвідношення, що надають можливість опису безконтактного вихорострумового багатопараметрового метода сумісного вимірювального контролю магнітних, електричних та температурних параметрів слабоферромагнітних циліндричних виробів. Надано практичні рекомендації щодо проектування і конструювання пристроїв на основі теплових ТВД, які надають змогу здійснювати нагрів виробів у процесі контролю. Практичне значення роботи полягає у тому, що розроблено алгоритм сумісного вимірювального контролю відносної магнітної проникності  $\mu_r$ , питомої електричної провідності  $\sigma_r$ , температурного коефіцієнту магнітної проникності  $\alpha_{\mu_r}$  і температури  $t$  циліндричних виробів ( $\mu_r = 1,1; 1,2; 1,3; 1,5$ ). Перспективи подальших досліджень полягають у: створенні вихорострумових методів та пристроїв, що використовують магнітні поля різних орієнтацій для багатопараметрового контролю циліндричних виробів у широкому діапазоні зміни відносної магнітної проникності  $\mu_r$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник / Под ред. В.В. Ключева. – Кн. 2. - М.: Машиностроение, 1986. – 351 с.
2. Москаленко И.И. Электромагнитный параметрический преобразователь. – Український метрологічний журнал. – Харків. – 1997. – Вип. 1. – С. 7-10.
3. Львов С.Г. Определение параметров ферромагнитных конструкционных прутков // 36. наукових праць Харківського державного політехнічного університету "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". – Харків: ХДПУ. – 1999. – Вип. 7, Ч. 3. – С. 124-126.
4. Себко В.П., Москаленко О.И. Реализация переменного частотного метода в контактном электромагнитном преобразователе температуры // Вестник Национального технического университета "Харьковский политехнический институт". – Харьков: НТУ "ХПИ". - 2005. – Вып. 45. - С. 426-429.
5. Себко В.П., Москаленко О.И. К расчёту параметров контактного электромагнитного преобразователя температуры // Наукові праці II-ї Міжнародної науково-технічної конференції "Метрологія та вимірювальна техніка". – Харків. – 1999. – С. 49-51.
6. Себко В.П., Себко В.В. Вихретоковые методы и преобразователи для определения температуры изделий и сред // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ. - 1999. – Вып. 24. - С. 10-16.
7. Себко В.В. Многофункциональное вихретоковое устройство для совместного измерения радиуса, магнитной проницаемости, удельного электрического сопротивления и температуры цилиндрических изделий // Технічна електродинаміка. – Київ: Ін-т електродинаміки НАНУ. - 2002. – Тем. випуск, Ч. 3. - С. 101-104.



8. Гончаров Б.В. Теория и практика безэталонных электромагнитных методов контроля. – М.: Машиностроение, 1975. – 40 с.
9. Дунаев Б.Б. Точность измерений при контроле качества. – К.: Техніка, 1981. – 150 с.
10. Дунаев Б.Б. Определение требований к точности измерений в системах контроля // Точность и надёжность кибернетических систем. – Вып. 2. – 1974. – С. 90-94.
11. Сиренко Н.Н., Лямпарт Е., Багмет О.Л. Многопараметровый преобразователь контроля цилиндрических токопроводов. – В сб.: Третья Республиканская научно-техническая конференция "Устройства преобразования информации для контроля и управления в энергетике". – Харьков. - 1988. - С. 236-237.
12. Себко В.П., Сиренко Н.Н., Голоцван С.Б., Лямпарт Е. Многопараметровые методы испытания изделий. – В сб.: IV Всесоюзное совещание по теоретической метрологии. – Ленинград. - 1989. - С. 43-44.
13. Себко В.П., Пантелеев М.С. К вопросу измерения магнитной проницаемости ферромагнитных изделий в различных температурных режимах // Локальные автоматизированные системы автоматики. – Київ. – Наукова думка. - 1983. – С. 109-113.

Надійшла 06.09.2010

УДК 678.08

## РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ НЕЛІНІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

М.С. СКИБА, Ю.Б. МИХАЙЛОВСЬКИЙ, Е.О. ЯНКОВЕЦЬ

Хмельницький національний університет

*Розроблено методику пошуку оптимальних параметрів для нелінійних математичних моделей з великою кількістю вхідних параметрів, що дозволяє знаходити глобальний оптимум з достатньою точністю і швидкістю*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями**

Пошук оптимуму являється одною з головних задач конструктора. Для знаходження оптимума потрібно мати математичну модель і засоби для аналізу математичної моделі.

Вирішення таких задач здійснюється в два етапи. Суть першого етапу заключається в пошуку області екстремуму, а суть другого етапу -- у знаходженні екстремальної точки. Ці два етапи є головними складовими пошукових методів, які дуже часто використовуються при вирішенні задач оптимізації [1].

Пошукових методів є дуже багато. Якщо розглядати їх модифікації, то можна набрати кілька десятків пошукових методів. До основних методів пошуку можна віднести наступні методи: симплексів, Гаусса-Зейделя, випадкового пошуку, градієнта, найшвидшого спуску, метод крутого сходження та інші.