

**XVIII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 15-16 травня 2019 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна**

**Література**

- [1] В. В. Кухарчук та ін., *Моніторинг, діагностування та прогнозування вібраційного стану гідроагрегатів*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2014.
- [2] P. M. T. Broersen, *Automatic autocorrelation and spectral analysis*. Springer-Verlag London Limited, 2006..

UDC 620.179

**APPLICATION OF CIRCULAR STATISTICS DURING ANALYSIS OF THE  
EDDY CURRENT TESTING SIGNALS**

*Kuts Y., Lysenko I., Kanosa R., Redka M.*

*National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
E-mail: [y.kuts@ukr.net](mailto:y.kuts@ukr.net)*

Eddy current non-destructive testing (ECNDT) is an extremely informative test method for conductive materials and products [1]. It is known that eddy currents are usually generated by sinusoidal signals of one or more frequencies and the major part of the information about test objects is contained in the fault characteristics of signals generated by the eddy current. Such characteristics can be defined, for example, through the Hilbert transform of the signals. But more information becomes available due to the statistical analysis of the signals phase characteristics, which makes it possible to determine the estimates of the corresponding numerical characteristics. These characteristics include the circular average angle, the circular variance, the length of the resultant vector obtained by the vector sum of the phase measurements results on the unit circle ( $r$ -statistics), and others.

The using of  $r$ -statistics for detecting ultrasonic non-destructive testing signals was analyzed in the article [2]. Similar signals also take place in the eddy current flaw detection during the scan of the surface, which has some defects, using the differential type eddy current transducer.

For analyzing the influence of various factors on the magnitude of  $r$ -statistics the model experiments were carried out. As an exploratory model, an additive mixture of harmonic signal and Gaussian noise is used. The  $r$ -statistics were calculated for the difference of the exploratory model phase characteristics and the sinusoid at some values range which was covering two signal periods according to the [3] algorithms. The dependencies of  $r$ -statistics on the number of  $k$  discrete sample units over the signal period and the signal-to-noise ratio ( $n$ ) are defined and analyzed. The 3D graph of the  $r(k, n)$  function was constructed according to the received dependencies. Averaging  $r(k, n)$  based on the results of 100 experiments was used to reduce the influence of particular error.

*It is determined that the noise impact significantly exceeds the impact of the  $k$  parameter for value  $k > 4$ . Performed averaging allowed to allocate the trend component of the  $r(k, n)$  function and gave an opportunity to estimate the dispersion of the obtained values  $r(k, n)$  in the range of arguments  $k = 3 \dots 20$  and  $n = 0.01 \dots 1$ .*

Using in practice ECNDT  $r$ -statistics will be able to detect ECNDT signals with smaller amplitudes, which will increase the probability of testing, the depth of the object testing area and the sensitivity to small sizes defects.

*Keywords:* eddy-current non-destructive testing, discrete Hilbert transform,  $r$ -statistics.

#### **References**

- [1] Nondestructive Testing Handbook, Third Edition: Volume 5, Electromagnetic Testing / Satish S Udpa (technical editor), Patrick O'Moore (editor). ASNT, 2004.
- [2] Yu. V. Kuts, Yu. Yu. Lysenko, M. O. Redka, O. D. Bliznyuk, “Application of circular statistics for detection of signals of ultrasonic nondestructive testing”, *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*, № 2, с. 32-36, 2018.
- [3] Kanti V. Mardia, Peter E. Jupp. Directional Statistics / Wiley series in probability and statistics.– John Wiley & sons Ltd. – Daffins Lane, Chichester, West Sussex, P019 IUD England. – P. 429.

УДК 620.179.14

### **ВИХРОСТРУМОВА СТРУКТУРОСКОПІЯ ПАРА- І ДІАМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ БАГАТОЧАСТОТНИМ МЕТОДОМ**

*Калениченко Ю. О., Баженов В. Г., Калениченко О. Г., Рацебарський С. С.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна  
E-mail: [y.kalenychenko@kpi.ua](mailto:y.kalenychenko@kpi.ua)*

Стрімкий розвиток використання пара- і діамагнітних матеріалів в якості конструкційних матеріалів, півфабрикатів і деталей машин потребує застосування неруйнівних методів визначення їх властивостей на рівні атомарної або молекулярної мікроструктури.

Потреба у визначенні властивостей мікроструктури пара- і діамагнітних матеріалів виявлена в результаті спілкування з фахівцями аерокосмічної галузі, аналізу наукових публікацій з проблематики неруйнівного контролю (НК). Під час аналізу літературних джерел з'ясовано, що варіації властивостей структури матеріалів суттєво впливають на конструкційні рішення щодо певного виробу, собівартість продукції та її експлуатаційні характеристики. До прикладу, відсутність достовірної інформації про стан матеріалів в елементах та вузлах літального апарату призводить до необхідності багаторазового запасу міцності, і як наслідок – до збільшення ваги апарату, підвищення витрат пального, зростання собівартості перевезень, підвищення екологічного навантаження на довкілля.

Ефективним методом структуроскопії є методи вищих гармонік (МВГ) та багаточастотні методи, які використовують в різних видах НК – магнітному, ультразвуковому, вихрострумовому. Але такі методи здебільшого застосовують для контролю структури феромагнітних матеріалів, а основними аналізованими характеристиками є амплітудно-частотні залежності сигналів.