



Рис. 1. Спрощена блок-схема СТКУГ

В якості ультразвукового вимірювача потужності застосовано прилад UPM-DT-1PA виробництва підприємства Ohmic Instruments Company. Гарантований частотний діапазон цього приладу складає 0,5...10 МГц, похибка виміру +/- 2мВт. Інтерфейс керування RS-232.

Контролер керування, підсилювач потужності та синтезатор - власних розробок та виготовлення.

Синтезатор генерує електричні сигнали різної форми (задаються контролером керування) в частотному діапазоні 0,05...50 МГц.

Підсилювач потужності забезпечує подачу на УГ підсиленого сигналу від синтезатора при напрузі на УГ до +/-27В та струмі до 3А.

Контролер керування забезпечує роботу СТКУГ за заданим алгоритмом.

Дані вимірювань зберігаються в персональному комп'ютері та можуть бути представлені у вигляді графіків.

Контролер з персональним комп'ютером взаємодіють через інтерфейс USB.

Дослідження, проведені на СТКУГ, дозволили знайти оптимальні режими роботи розроблених УГ та визначити параметри підсилювачів потужності, що повинні їх збуджувати.

Ключові слова: ультразвук, тестування, калібрування.

Література

- [1] А. М. Еняков, “Метрологический контроль медицинского ультразвукового оборудования”, *Мир измерений*, 11, 2006. [Електронний ресурс].
- [2] Електронний ресурс: <https://www.ohmicinstruments.com/ultrasound-wattmeters>

UDC 620.179

RESEARCH OF MEASUREMENT RESULTS UNCERTAINTY OF THE SIGNALS PARAMETERS FOR PULSED EDDY CURRENT TESTING METHOD

Kuts Y., Lysenko I., Dugin O.

*National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
E-mail: j.lysenko@kpi.ua*

The results integrity of pulsed eddy current non-destructive testing (ECNDT) significantly depends on the accuracy of the measurement parameters of the eddy current transducer signals (ECT). Among these parameters are the frequency and damping coefficient of attenuating harmonic oscillations, which arise in the

transducer pulse mode operation under certain conditions. The process of evaluating these parameters is accompanied by the occurrence of particular error [1, 2].

The aim of the article is to obtain and analyze analytical expressions of standard uncertainty of the evaluation results of the decrement α and the oscillation frequency f of ECT signal in pulsed mode for analyzing the conductive materials and products from these materials. Considering that the error of forming the signal analysis time ΔT is determined by the stability of the pulse generator and can be reduced to a small value, and a crude error in determining of the signal phase characteristic is absent (the step function $L[\cdot]$ is determined without error [3, 4]), the standard uncertainties of the measurement results of the natural oscillations frequency and the ECT signal attenuation are determined [3] by next:

$$u_f(\Delta T) = \frac{u}{2\pi\Delta T\hat{U}_1} \sqrt{1 + e^{2\cdot\alpha\Delta T}}, \quad u_\alpha(\Delta T) = \frac{u}{\Delta T\hat{U}_1} \sqrt{1 + e^{2\cdot\alpha\Delta T}}, \quad (1)$$

where u - the uncertainty of the evaluation of the current ECT signal value, $\hat{U}_1$ - the value of the signal envelope in the initial time of analysis. During the formulas (1) derivation, it has been taken that the ECT signal and its Hilbert-image in some time moments are uncorrelated.

An analysis of the transcendental obtained equations (1) showed that functions $u_f(\Delta T)$ and $u_\alpha(\Delta T)$ have minimum for the value of $\Delta T_{opt} \approx 1,10889 \cdot \alpha^{-1}$. In view of this, the expressions for the minimum values of standard uncertainty have the form:

$$u_{f\min} \approx \frac{u}{2\Delta T_{opt}\hat{U}_1}, \quad u_{\alpha\min} \approx \frac{\pi u}{2\Delta T_{opt}\hat{U}_1}. \quad (2)$$

That uncertainty analysis (2) made it possible to estimate the optimal signal analysis time of the type (1). It can significantly affect the testing results integrity in the conditions of noise. In addition, the obtained expressions allow to substantiating the conditions for choosing the analysis time interval of the ECT signals to minimize error the standard uncertainty of the evaluation results of these signals.

Keywords: eddy current testing, pulse excitation mode, an uncertainty of the results, frequency, the damping coefficient of attenuating.

References

- [1] Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement: First edition. — JCGM, Switzerland, 1993. – 120 p.
- [2] DSTU-N RMH 43-2006. Metrolohiia. Zastosuvannia «Nastanovy z otsiniuvannia nevyznachenosti u vymiriuvanniakh». – vved. 01-01-2007. K.: DP «UkrNDNTs», 2006. 28 s.
- [3] I. Lysenko, Y. Kuts, A. Protasov, O. Dugin, “Analysis of the signal parameters measurement uncertainty at pulsed eddy current non-destructive testing”, *International Journal “NDT Days”*, Vol. 1, Issue 4, pp. 461-468, 2018.
- [4] Y. Kuts, Y. Lysenko, A. Dugin, A. Zakrevskii, “Analysis of an Eddy-Current Transducer with Impulsive Excitation in the Nondestructive Testing of Cylindrical Objects”, *Materials Science*, vol. 52, no. 3, pp. 431–437, 2016.