

# ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛ ВІБРОПРИСКОРЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТИХОДІДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*У роботі запропоновано конструкцію сенсора та універсального цифрового вимірювального каналу віброприскорення, придатного для роботи сумісно з системами контролю технічного стану та діагностування тихохідних електричних машин. Проведено їх метрологічне дослідження та показано, що у діапазоні зміни прискорень від мінус  $9,81 \text{ м/с}^2$  до  $9,81 \text{ м/с}^2$  вони забезпечують клас точності за зведеною похибкою на рівні  $q = \pm 2 \%$ .*

**Ключові слова:** віброприскорення, сенсор, вимірювальний канал, мікромеханічний ємнісний акселерометр, похибка.

## **Abstract**

*The paper proposes the design of a sensor and a universal digital vibration acceleration channel, suitable for work in conjunction with the systems of control of the technical condition and diagnosis of slow moving electric machines. Their metrological study was performed and it was shown that in the range of acceleration changes from minus  $9.81 \text{ m/s}^2$  to  $9.81 \text{ m/s}^2$ , they provide a precision class with a reduced error at  $q = \pm 2\%$ .*

**Keywords:** vibration acceleration, sensor, measuring channel, micromechanical capacitive accelerometer, error.

## **Вступ**

Швидкий розвиток систем контролю та діагностики силових електричних машин спричинений зростанням одиничної потужності останніх та обсягом встановленого устаткування, а також більш широким можливостям контролю з використанням новітніх засобів вимірювання та обчислювальної техніки.

Зокрема, в більшості промислово розвинених країн частка обладнання, номінальний термін експлуатації якого закінчився, серед потужних турбо- та гідрогенераторів на початок 21-го століття перевищила 50 %.

Метою роботи є розвиток розробка сучасного високоточного цифрового вимірювального каналу вібропараметрів що є актуальною науково-прикладною задачею, яка має значне практичне значення.

## **Результати теоретичних та експериментальних досліджень**

Основною вимогою щодо побудови сучасних промислових засобів вимірювання є універсальність та можливість адаптації останніх до різних стандартів передачі вимірювальної інформації, які можуть застосовуватися у системах вимірювального контролю. При цьому, враховуючи клас точності ємнісного мікромеханічного сенсора віброприскорень, для побудови цифрового вимірювального каналу віброприскорення є недоцільним використання АЦП з розрядністю понад десять, що призвело б до необґрунтованого зростання вартості та складності каналу без підвищення його класу точності. Також певні обмеження на конструкції такого цифрового каналу накладаються і з боку необхідної швидкодії. Зокрема, для вимірювальних каналів, призначених для роботи сумісно з системами контролю технічного стану та діагностування тихохідних

оберткових машин, у яких застосовується амплітудно-частотно-часовий аналіз вібросигналу максимальний час вимірювального перетворення визначається наступним чином :

$$t_{\min} = \frac{1}{f_c \cdot p}, \quad (6)$$

де  $f_c$  – синхронна частота обертання ротора гідроагрегата;  $p$  – кількість пар полюсів гідроагрегата.

Тобто, мінімальна швидкість такого вимірювального каналу по обом вимірювальним осям не може бути нижчою за частоту промислової мережі.

Запропонований цифровий канал здійснює вимірювання віброприскорення по вимірювальним осям X та Y, а також має режим самотестування, який забезпечується шляхом подачі аналогового сигналу +5 V з виходу число-аналогового перетворювача, у результаті чого на виході ємнісного мікромеханічного сенсора віброприскорень встановлюється стандартний вихідний сигнал відомого номіналу, що дає змогу виконати самотестування пристрою в цілому.

Для довільно обраного екземпляру дослідної партії було проведено перевірку при тих же вихідних умовах, при яких проводилося дослідження ємнісного мікромеханічного сенсора віброприскорень. Результати експериментального дослідження наведені на рис. 5.

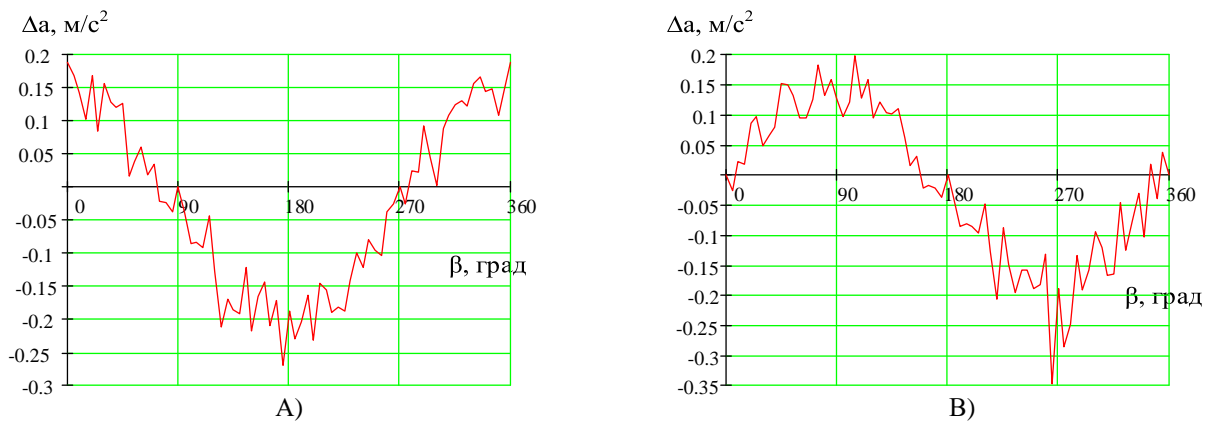


Рис. 1 Криві похибок цифрового каналу віброприскорень: А) – по вимірювальній осі X; В) – по вимірювальній осі Y

Як можна побачити з рис. 1, запропонований цифровий канал віброприскорень у зазначеному діапазоні зміни вхідної величини забезпечує клас точності за зведеною похибкою  $q = \pm 2\%$ .

### Висновки

1. Запропоновано конструкцію ємнісного мікромеханічного сенсора віброприскорень та універсального цифрового каналу віброприскорення, придатних для використання сумісно з системами контролю технічного стану та діагностування тихохідних електричних машин, що дозволяють забезпечити можливість амплітудно-частотно-часового аналізу вібросигналу в режимі реального часу.

2. Проведено метрологічні дослідження розроблених ємнісного мікромеханічного сенсора віброприскорень та цифрового каналу віброприскорення. Показано, що статична відносна похибка даного обладнання не перевищує  $\pm 2\%$ .

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кухарчук В. В. Вимірювання параметрів обертального руху електромеханічних перетворювачів енергії в перехідних режимах роботи : монографія / В. В. Кухарчук, Ю. Г. Ведміцький, В. Ф. Граняк. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 152 с.
2. Граняк В. Ф. Кореляційний підхід до визначення вагових коефіцієнтів штучної нейроподібної мережі для вібродіагностування гідроагрегатів / В. Ф. Граняк, С. Ш. Кацев, В. В. Кухарчук // Вісник Інженерної академії України – 2017 – №.4 – С. 100–105.

**Валерій Федорович Граняк** — канд. техн. наук, асистент кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

**Бровко Дмитро Вільгельмович** — студент групи МНТ – 18б, факультет інфокомунікацій радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: browko123@gmail.com.

**Valeriy Fedorovich G.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Department of Theoretical Electrical Engineering and Electrical Measurements, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia;

**Brovko Dmytro V.** — Department of Information Communications of Radio Electronics and Nanosystems, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: browko123@gmail.com.