

**УДК 681.786**

**Є.О. Зайцев, канд. техн. наук., с.н.с.**

Інститут електродинаміки НАН України, Україна

**ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ КУТОВИХ ВИМІРЮВАНЬ  
ПРИ ОБРОБЦІ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В СИСТЕМАХ  
МОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В ГІДРОГЕНЕРАТОРАХ**

**I.O. Zaitsev, Ph.D., Sen. Res.**

**USE STATISTICS OF DIRECTIONAL DATA PROCESSING  
FOR MONITORING SYSTEMS AIR GAP IN THE HYDROGENERATORS**

Побудова систем моніторингу повітряного зазору гідрогенераторів є актуальною науково-технічною проблемою забезпечення безпечної та безперебійної роботи гідрогенераторів. Моніторинг повітряного зазору між нерухомим статором і рухомим ротором в процесі експлуатації гідрогенератора, дозволяє по відхиленню поточного значення зазору від норми аналізувати значення та зміну траєкторію зміни вектору направленості ексцентриситету ротора, спотворенні форми ротора або статора, а також отримувати аналітичні дані про стан підшипників [1].

Для вирішення задачі моніторингу повітряного зазору в гідрогенераторах перспективним є застосування сучасних комп'ютеризованих інформаційно-вимірjuвальним систем (ІВС) із спеціалізованим програмно-математичним забезпеченням. Застосування комп'ютеризованих ІВС при контролі дозволяє створювати та використовувати діагностичну базу даних на основі історії вимірювань повітряного зазору гідрогенератора. В свою чергу, для отримання вимірювальної інформації перспективним є використання спеціалізованих датчиків, що адаптовані до умов експлуатації та конструктивних особливостей вузлів гідрогенераторів. Найпоширенішим типом датчика, що набув використання при вимірюванні повітряного зазору, на даний час є ємнісний. Наявність встановлених сенсорів дозволяє проводити контроль значення величини повітряного зазору в гідрогенераторі. Особливістю проведення такого контролю є наявність принаймні двох ємнісних давачів (датчиків) для вимірювання повітряного зазору в генераторах [2], які розташовані в одній горизонтальній площині під кутом  $90^0$  один до одного. При цьому засоби обробки віднесені на деяку необхідну відстань, яка забезпечує низький рівень зовнішніх впливів (електромагнітні поля, температура і т.д.). Розроблена структурна схема, що реалізує систему контролю, представлена на рис.1.

На схемі прийняті наступні позначення: ПСК – перетворювач ємність-код, ДЦВ – датчик повітряного зазору з цифровим виходом, МК - мікроконтроллер, ЕОМ – електронно-обчислювальна машина, ЛЗ – лінія зв'язку, ВС - вимірювальний сенсор.

Модуль конфігурування, збору, обробки та аналізу даних призначений для керування роботою мікросхеми 24-розрядного сигма-дельта перетворювача ємність-код "AD7745" та інших апаратно-програмних модулів, здійснення первинної обробки, збору та передачі даних від перетворювачів до пристрою, призначеного для вторинної статистичної обробки отриманих даних, аналізу, зберігання та відображення результатів моніторингу в доступній для оператора формі.

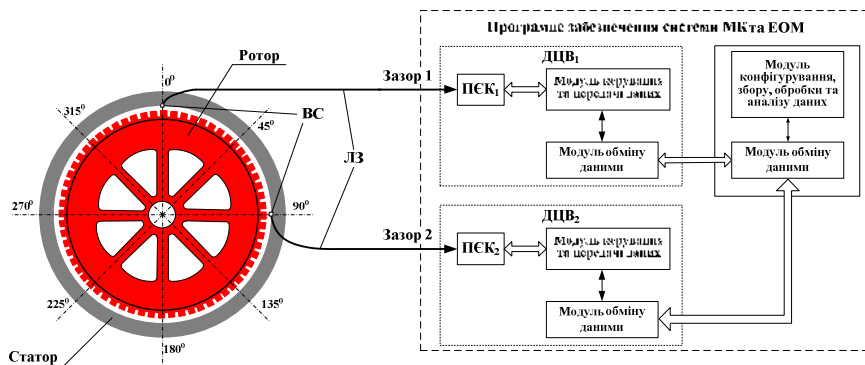


Рис. 1. Структурна схема системи моніторингу повітряного зазору

В доповіді наведено результати використання методів статистичного аналізу кругових статистик[3], які значно полегшують аналіз отриманих даних про повітряний зазор (рис.2), дозволяють прогнозувати зміну повітряного зазору для кожного з полюсів робота, а також зміну вектора направленості та значення ексцентриситету та інше.

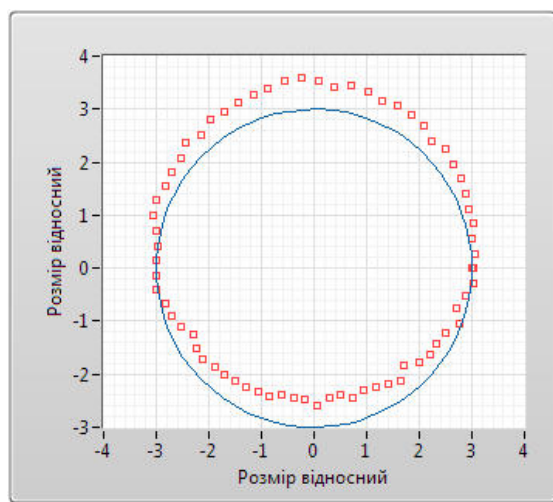


Рис. 2. Інтерфейс користувача моніторингової системи

Для реалізації програмного забезпечення та інтерфейсу користувача системи моніторингу повітряного зазору в гідрогенераторах розроблено та створено програмний додаток з інтерфейсом користувача в середовищі графічного програмування LabVIEW [4]. Інтерфейс користувача створеного програмного додатку в середовищі LabVIEW зображено на рис. 2 та призначено для перегляду на екрані монітору поточної інформації про стан повітряного зазору у полярній системі координат.

## Література

1. Левицький А.С, Федоренко Г.М., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро- та турбогенераторів за допомогою ємнісних вимірювачів параметрів механічних дефектів. – Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. – 242 с.
2. Заявка на патент України, МКИ G01B7/14. Ємнісний сенсор для вимірювання повітряного зазору в генераторах [Текст] / Левицький А.С., Зайцев Є.О., Кромпліас Б.А.; заявник Інститут електродинаміки НАН України. – № а 2016 03404; заявл. 01.04.2016.
3. Мардиа К. Статистический анализ угловых наблюдений. – М.: Наука, 1978. – 240 с.
4. Тревис Дж. Трэвис, Дж. Кринг LabVIEW для всех: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 880 с.