

## **ДО ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Здійснено короткий огляд підходів до діагностування гідрогенератора. Зроблено акцент на важливість їх діагностування в процесі роботи. Запропоновано підхід, який дозволяє оцінювати радіальне биття та вібрації ротора за його тепловим портретом. Представлена структура пристрою для реалізації зазначеного підходу.

**Ключові слова:** ротор гідрогенератора, діагностування, інфрачервоні сенсори, радіальне биття, вібрація.

### **Abstract**

A brief review of approaches to diagnosing a hydrogenerator was made. Emphasis is placed on the importance of diagnosing them in the work process. An approach is proposed that allows to estimate the radial beat and vibrations of the rotor based on its thermal portrait. The structure of the device for implementing the specified approach is presented.

**Keywords:** hydrogenerator rotor, diagnostics, infrared sensors, radial beating, vibration.

Відомо, що гідрогенератори є електричними машинами закритого виконання порівняно великої потужності, в яких вал ротора розташовується у вертикальній площині [1,2]. Очевидно, що такі електричні машини, як і інше потужне електрообладнання, потребує багатофакторного дослідження його роботоздатності.

Відомі ряд методів, математичних моделей та засобів для дослідження технічного стану гідрогенераторів. Всі вони орієнтовані на різні підходи. Більшість методів дозволяє здійснювати оцінку технічного стану гідрогенераторів, які виведені з роботи для профілактичних оглядів, поточних ремонтів тощо.

Враховуючи сучасні тенденції використання електрообладнання, більший інтерес мають технології, що орієнтовані на оцінювання роботоздатності електрообладнання в процесі його роботи. В ряді публікацій запропоновані підходи, які в певній мірі дозволяють зробити висновки щодо роботоздатності гідрогенераторів, особливо, без виведення їх з експлуатації [3,4].

Одним із важливих напрямків дослідження роботи гідрогенераторів є необхідність виявлення вібрацій на ранніх стадіях їх появи. Відомими є підходи, якими передбачається використання різноманітних сенсорів вібрації, що дозволяють розв'язувати таку задачу [5,6]. Складнішою задачею є виявлення вібрації на роторі працюючого гідрогенератора.

В даній роботі пропонується підхід, яким передбачається застосування тепловізійної технології для виявлення відхилень в роботі об'єктів, що обертаються, зокрема, оцінювання вібрації та биття ротора. Суть такого підходу полягає в наступному. Якщо вздовж радіуса ротора в капсулі гідрогенератора розташувати лінійку інфрачервоних сенсорів, то в кожен момент обертання ротора можна в інфрачервоному спектрі знаходити найвіддаленішу точку полюса ротора за його температурним полем. Очевидно, коли биття ротора відсутнє, то лінійкою інфрачервоних сенсорів буде фіксуватись в кожен момент часу одна і та ж кількість сигналів з сенсорів, що реагують на підвищену температуру. Наявність радіального биття буде спричиняти різну кількість електричних сигналів з сенсорів на різних полюсах ротора гідрогенератора. Аналогічним чином можливе фіксування наявності низькочастотних вібрацій ротора. Коректне зняття інформації щодо наявності відхилень у процесі обертання ротора здійснюється за умови чіткої синхронізації вимірювального процесу відповідно до розташування полюсів ротора.

В роботі пропонується структура пристрою для реалізації зазначеного підходу. Передбачено запис та передавання інформації в систему комплексного діагностування гідрогенератора.

### **Висновки**

1. Запропоновано підхід для виявлення радіального биття та низькочастотних вібрацій ротора гідрогенератора, що дозволяє оцінювати стан його роботоздатності.
2. Розроблено структуру пристрою, який дозволяє оцінювати відносний рівень биття та низькочастотних вібрацій ротора гідрогенератора з наступною передачею інформації в систему комплексного діагностування гідрогенератора.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mottershead G. Handbook of Large Hydro Generators: Operation and Maintenance, First Edition / G.Mottershead, S.Bomben, I.Kerszenbaum, G.Klempner. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2021. – 672 p.
2. Експлуатація та режими роботи електростанцій: нормальні, допустимі і аномальні режими синхронних генераторів. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Є. І. Бардик. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 73 с.
3. Пат. 128524 Україна, МПК G 01 K 13 / 08. Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора / Грабко В.В., Грабко В.В., Паланюк О.В., Охов В.В.; Заявник та патентоутримувач Вінницький національний технічний університет. – № u201802438; Заявл. 12.03.2018; Опубл. 25.09.2018; Бюл. №21. – 9 с.
4. Пат. 131237 Україна, МПК G 01 K 13 / 08. Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора / Грабко В.В., Поліщук А.Л., Грабко В.В.; Заявник та патентоутримувач Вінницький національний університет. – № u201807219; Заявл. 26.06.2018; Опубл. 10.01.2019; Бюл. №1. – 8 с.
5. Левицький А.С., Зайцев Є.О., Березниченко О.В. Сучасні системи вібродіагностики гідроагрегатів з вимірювачами абсолютної та відносної вібрації валів / А.С. Левицький, Є.О. Зайцев, О.В. Березниченко // Гідроенергетика України. – 2021. – № 1-2. – С.57 - 66.
6. Кухарчук В. В., Качив С. Ш. Застосування вейвлет-перетворень у задачах моніторингу, вібродіагностування машин та обладнання / В. В. Кухарчук, С. Ш. Качив // Наукові праці ВНТУ. – 2009. – № 4. – С. 1 - 7.

**Грабко Володимир Віталійович** – д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)

**Грабко Валентин Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)

**Grabko Volodymyr V.** – Dr Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)

**Grabko Valentyn V.** – PhD, Docent, Docent with the Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)