

Моніторинг та SCADA в процесі управління гідрогенератором

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто підхід до моніторингу та керування технічним станом гідрогенераторів із використанням SCADA-систем. Запропоновано математичну модель і структуру пристрою для ідентифікації витків із підвищеною температурою. Представлено схему інтеграції тепловізійного моніторингу з SCADA для автоматизованої оцінки стану ізоляції обмоток.

Ключові слова: SCADA, моніторинг, гідрогенератор, тепловізійні методи, технічний стан, ізоляція.

Abstract

The paper considers an approach to monitoring and controlling the technical condition of hydrogenerators using SCADA systems. A mathematical model and structure of a device for identifying coils with elevated temperature are proposed. A scheme for integrating thermal imaging monitoring with SCADA for automated assessment of the condition of winding insulation is presented.

Keywords: SCADA, monitoring, hydrogenerator, thermal imaging methods, technical condition, insulation.

Відомо, що гідрогенератори відносяться до основного електрообладнання в тракті генерації та передачі електроенергії споживачам [1]. Очевидно, що від надійності в роботі гідрогенераторів залежить обсяг виробленої електроенергії.

Гідрогенератори є спеціальними електричними машинами закритого виконання порівняно великої потужності, в яких вал ротора розташовується у вертикальній площині [2, 3]. Очевидно, що такі електричні машини, як і інше потужне електрообладнання, потребує різнопланового дослідження його роботоздатності.

Самі гідрогенератори оснащені рядом систем контролю їх роботоздатності, які дозволяють або в неперервному режимі, або періодично контролювати параметри режиму або технічного стану та за ними оцінювати тривалість подальшої їх експлуатації.

Важливе місце в задачі моніторингу технічного стану гідрогенераторів займають тепловізійні методи [4]. Переваги їх полягають в тому, що вони дозволяють безконтактним шляхом визначати області підвищеної температури, а, отже, області підвищеної уваги експлуатаційного персоналу.

Особливо раціональним є застосування специфічних тепловізійних засобів для діагностування ротора гідрогенератора і процесі його роботи. Такий підхід дозволяє отримувати фіксований тепловий портрет ротора з визначенням точок найвищої та найнижчої температури обмоток, за якими можна оцінювати теплове старіння ізоляції обмоток та прогнозувати процес вичерпання їх робочого ресурсу.

В даній роботі пропонується математична модель та структура пристрою, згідно з якою можна виділяти один або декілька витків обмоток в різних полюсах гідрогенератора тепловізійним методом, що мають область підвищеної температури. При цьому з лінійки інфрачервоних сенсорів, що розташовується вздовж радіусу ротора в корпусі гідрогенератора, в кожен момент часу сигнали, що відповідають температурі кожного елементарного участка поверхні ротора, передаються в блок обробки інформації, внаслідок чого за математичною моделлю визначається область підвищеної температури вздовж витків обмотки.

За отриманим таким чином тепловим портретом обмотки ротора гідрогенератора експлуатаційний персонал формує висновок про можливе пошкодження ізоляції витка обмотки, в якому температура має підвищене значення.

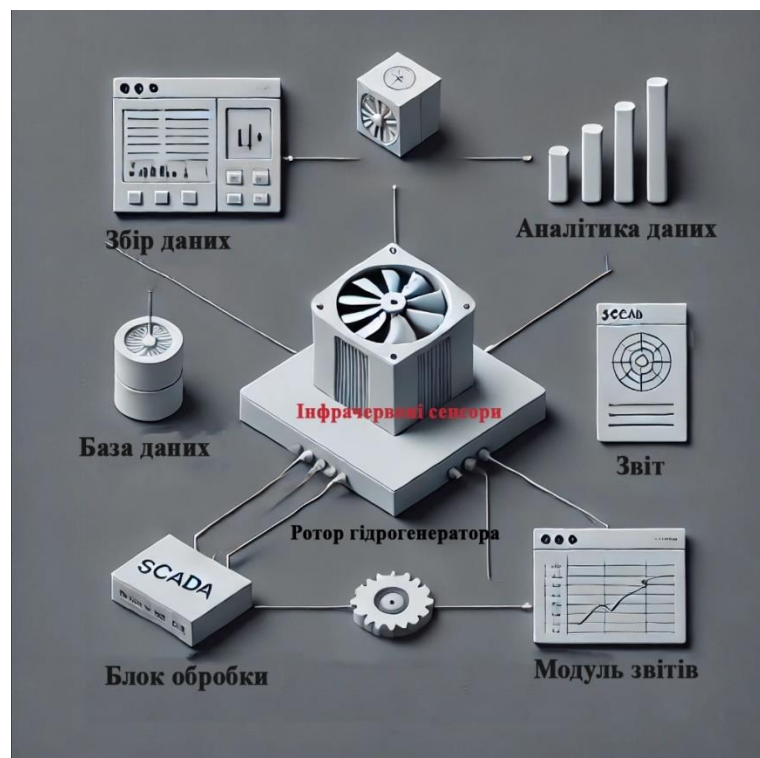
Передбачено запис та передавання інформації щодо теплового портрета ротора гідрогенератора в систему комплексного діагностування гідрогенератора.

Алгоритм роботи системи SCADA для моніторингу гідрогенератора:

1. **Збір даних:** Інфрачервоні сенсори розташовуються вздовж радіуса ротора гідрогенератора для зчитування теплових даних.
2. **Передача даних:** Сигнали з датчиків надходять до блока попередньої обробки.
3. **Обробка інформації:**
 - a. Побудова теплового портрета в реальному часі.
 - b. Визначення зон з підвищеною температурою.
4. **Візуалізація:** Дані передаються до SCADA-системи для відображення на екранах оператора.
5. **Аналіз та діагностика:**
 - a. Оцінка стану ізоляції.
 - b. Прогнозування терміну служби обмоток.
6. **Звітність:** Формування автоматичних звітів та попереджень про критичні відхилення.

Структура системи моніторингу:

1. **Модуль збору даних:** Інфрачервоні сенсори, розташовані на роторі.
2. **Центральний SCADA-блок:** Інтерфейс для обробки сигналів, модуль аналітики.
3. **Візуалізація:** Монітори з тепловими портретами.
4. **Система звітності:** Автоматичне створення звітів для операторів.



Висновки

1. Запропоновано підхід для виявлення пошкодженого витка або групи витків полюсів ротора гідрогенератора, що дозволяє оцінювати стан його робоздатності.
2. Розроблено математичну модель та структуру пристрою, який дозволяє фіксувати тепловий портрет потенційного пошкодження ізоляції обмоток ротора гідрогенератора з послідовною передачею інформації в систему комплексного діагностування гідрогенератора.
3. Розроблено підхід для інтеграції SCADA у процес моніторингу гідрогенераторів, що дозволяє підвищити точність діагностики.
4. Запропоновано алгоритм автоматизованого моніторингу, який базується на тепловізійних методах і SCADA-технологіях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кирик В.В. Електричні системи та мережі: навчальний посібник / В.В. Кирик – К: Видавництво «Політехніка», 2014. – 131с. (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19121/1/POSS_EMS2014%20-kyryk.pdf).
2. 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.
3. 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.
4. Пат. 157980 Україна, МПК G 01 K 13 / 00. Пристрій для безконтактного вимірювання температури / Грабко В.В., Грабко В.В., Ощепков В.С., Поліщук В.Л.; Заявник та патентотримувач Вінницький національний університет. – № u202402539; Заявл. 13.05.2024; Опубл. 18.12.2024; Бюл. №51. – 10 с.

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

Ощепков Віктор Сергійович – аспірант факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 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

Oshchepkov Viktor S. – Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, grabko@vntu.edu.ua