

УДК 621.317.33

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Баран А.Г., Баран Ю.Г.

Научный руководитель – БОГУСЛАВСКИЙ С.И.

Непрерывный мониторинг температуры вероятных точек отказа токоведущих частей электрооборудования позволяет определить быстро меняющиеся условия эксплуатации и является опережающим индикатором потенциальной неисправности / отказа оборудования.

Технология поверхностных акустических волн (ПАВ технологий) относится к наиболее передовым [1, 2]. Она помогает создавать умные сети электроснабжения (Smart grid) посредством использования информационных и коммуникационных сетей и технологий для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении, позволяющей автоматически повышать эффективность, надежность, экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии. Применение ПАВ технологий позволяет гибко выделять в составе Smart grid подсистему автоматизированного мониторинга силового электротехнического оборудования. Интеллектуальные решения посредством ПАВ технологий значительно повышают эффективность и надежность работы сети и помогают избежать отключений и поломок оборудования.

Преимуществами ПАВ технологии для контроля температуры являются:

- мониторинг токоведущих элементов;
- пассивные датчики без элементов питания;
- автоматизация и отсутствие человеческого фактора;
- интеграция в промышленные сети и интернет;
- беспроводной контроль токоведущих узлов;
- непрерывный контроль узлов под напряжением;
- длительный срок службы, без обслуживания.

Современный мировой рынок систем автоматического мониторинга температуры токоведущих частей электрооборудования представлен несколькими хорошо известными представителями:

- IntelliSAW – [www.intellisaw.com](http://www.intellisaw.com) [3, 4].
- SenGenuity – [www.sengenuity.com](http://www.sengenuity.com) [5].
- Carinthian Tech Research (CTR) – [www.ctr.at](http://www.ctr.at) [6].
- Environetix Technologies Corporation – [www.environetix.com](http://www.environetix.com) [7].
- RF SAW, Inc. – [www.rfsaw.com](http://www.rfsaw.com) [8] (ПАВ Лаборатория – [www.rfsaw.ru](http://www.rfsaw.ru) [9]).

Каждая из компаний предлагает собственные разработки пассивных беспроводных радиомониторинговых систем контроля температуры с использованием устройств, функционирующих на основе ПАВ технологий. ПАВ технология обеспечивает идеальное решение, так как оно непроницающее, не требует питания для датчиков, имеет высокую степень интеграции, режим реального времени и обеспечивает постоянный 24 часовой и 7 суточный мониторинг оборудования.

Платформа диагностики ответственного производственного оборудования IntelliSAW (рисунок 1) контролирует три основных режима отказа производственного оборудования. Система состоит из блока мониторинга и трех типов датчиков:

- беспроводной SAW датчик температуры: адресуемый датчик термического пробоя.
- частичных разрядов: адресуемый датчик пробоя изоляции.
- влажности / температуры окружающей среды: адресуемый датчик пробоя воздушного диэлектрика.

SenGenuity предлагает пассивную беспроводную систему, основанную на ПАВ технологии измерения температуры (рисунок 2), которая идеально подходит для широкого

спектра применений: высоковольтная коммутационная аппаратура, вращающиеся детали машин и беспроводные зонды.

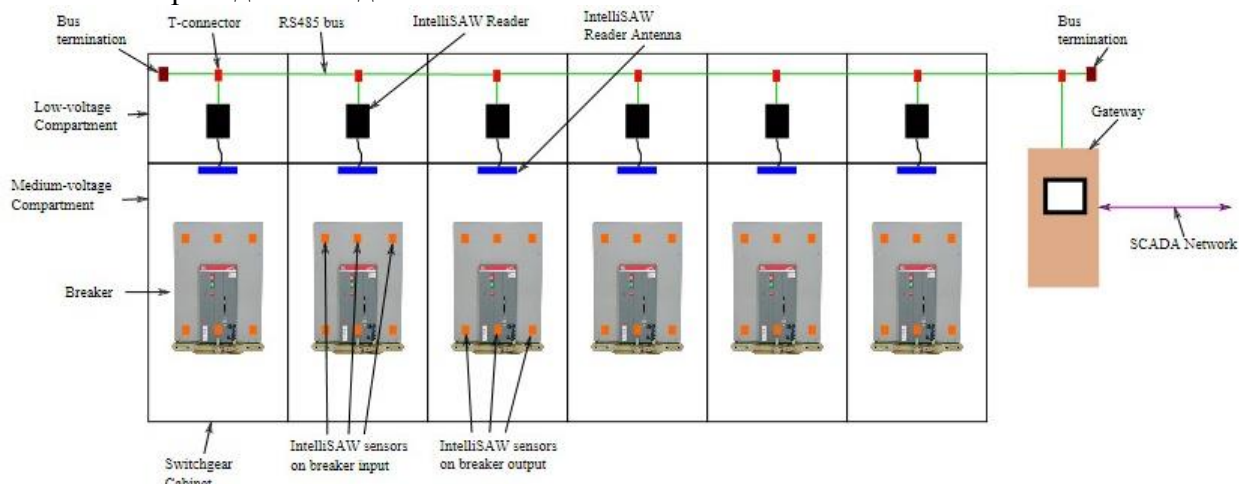


Рисунок 1 – Типовой вариант установки беспроводной системы мониторинга температуры IntelliSAW в распределительном устройстве подстанции

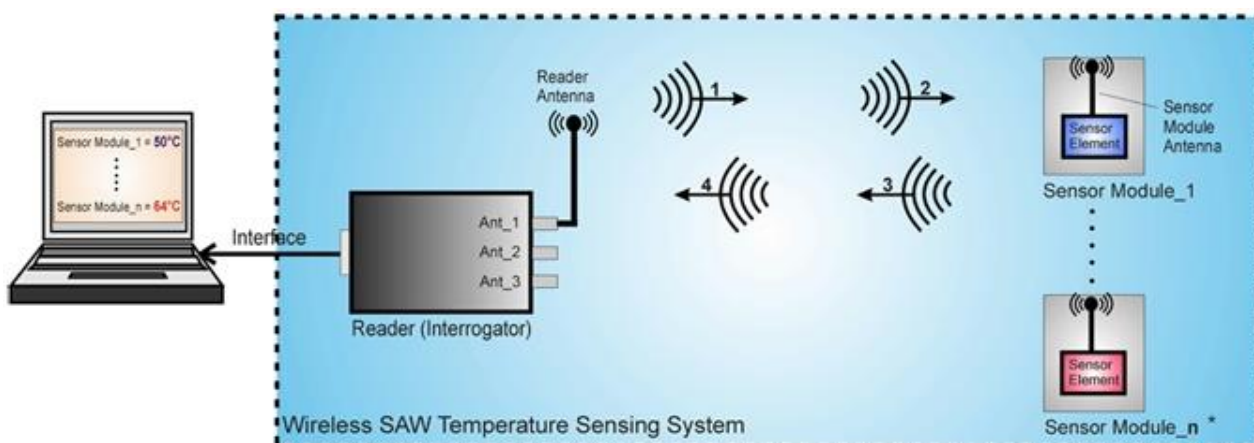


Рисунок 2 – Структурная схема беспроводной системы определения температуры SenGenuity

Беспроводные датчики CTR основаны на технологии поверхностных акустических волн. Датчик получает питание от беспроводного сигнала и передает собранные данные считывающему устройству. Используя особенно надежную ПАВ технологию, которая измеряет изменение скорости поверхностных волн, можно найти решения для экстремальных промышленных условий окружающей среды. Датчики CTR позволяют производить измерения температур в диапазоне от  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$

Беспроводная система датчиков температуры Environetix (рисунок 3) имеет следующие особенности: стабильная и надежная работа до  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; несколько датчиков со встроенными радиочастотными антеннами; беспроводная радиочастотная система опроса радиочастот; возможность установки на вращающихся или неподвижных деталях.

Система мониторинга температуры высоковольтных узлов распределительных устройств и высоковольтных линий электропередачи компании «ПАВ Лаборатория» применяется распределительными сетевыми компаниями и эксплуатирующими организациями для предотвращения нарушений условий эксплуатации, которые могут привести к катастрофическим последствиям (рисунок 4). Разработаны технические средства для организации системы контроля температуры высоковольтных узлов в КРУ беспроводные датчики TSAW-PB для установки на токоведущие шины, TSAW-PL для установки на провода ЛЭП и TSAW-PT для масляных трансформаторов.

Для каждой из представленных систем данные с датчиков собираются в аппаратное устройство «накопитель данных» (контроллер), который рассчитан на прием широкого диапазона данных по беспроводной связи и имеет возможность передачи данных через общую сеть для записи и интерпретации данных. Данные измерений, полученные от контроллера, посредством протокола Modbus RTU отображаются на экране компьютера (система визуализации SCADA) данные архивируются в базе данных SCADA и отображаются на экране.

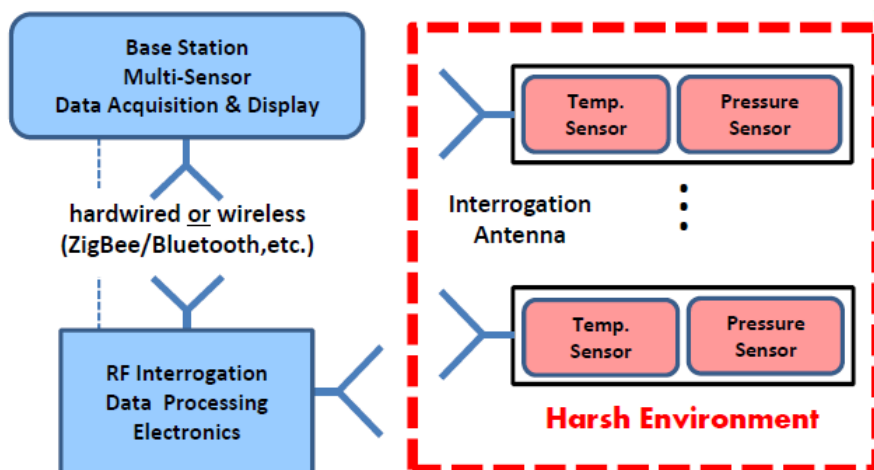


Рисунок 3 – Беспроводная система датчиков температуры для агрессивных сред Environetix Technologies Corporation

Рисунок 4 – Система мониторинга температуры высоковольтных узлов электрооборудования компании «ПАВ Лаборатория»

Применение ПАВ технологий сводит к минимуму риск возникновения аварии благодаря статистическому мониторингу тепловых режимов работы элементов распределительных устройств. Благодаря применению ПАВ технологий система контролирует температуру, выбранных пользователем критических точек

распределительного устройства, и генерирует сигнал тревоги посредством превышения температуры заданной пользователем (сравнение заданной и фактической температуры).

Система мониторинга параметров, связанных с потенциальными режимами отказа электрического оборудования, позволяет решить две ключевые задачи: во-первых, оповестить конечных пользователей о существующем отказе и во-вторых, рекомендовать параметры технического обслуживания и/или проверок, основанных на анализе тенденций изменения параметров, способствующих отказу, а не на запланированных отключениях.

### Литература

1 Binder, A. Wireless SAW Temperature Sensor System for High-Speed High-Voltage Motors / A. Binder, R. Fachberger // IEEE Sensors Journal. – 2011. – Volume 11. – Issue 4. – Pp. 966–970.

2 Schuster, S. Performance evaluation of algorithms for SAW-based temperature measurement / S. Schuster; S. Scheiblhofer; L. Reindl; A. Stelzer // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. – 2006. – Volume 53. – Issue 6. – Pp. 1177–1185.

3 Advanced Monitoring Solutions for Critical Electric Power Transmission & Distribution Assets // IntelliSAW Features Overview [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.intellisaw.com/>. – Date of access : 10.02.2017.

4 Electrical Switchgear Monitoring System // IntelliSAW Features Overview [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.intellisaw.com/Technology/intellisaw-electrical-switchgear-monitoring-system.html>. – Date of access : 10.02.2017.

5 Wireless SAW Temperature Sensor System // SenGenuity Sensor Engines [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.sengenuity.com/tempsensor.html>. – Date of access : 10.02.2017.

6 Wireless sensors for extreme conditions // Carinthian Tech Research [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.ctr.at/en/r-d-technologies/wireless-sensors.html>. – Date of access : 10.02.2017.

7 Wireless SAW// Environetix Technologies Corporation [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.environetix.com/technologies-solutions/wireless-saw/>. – Date of access : 10.02.2017.

8 RFID and Temperature Sensing Utilizing SAW Technology // RF SAW, Inc. [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.rfsaw.com/Pages/default.aspx>. – Date of access : 10.02.2017.

9 Системы мониторинга температуры // ПАВ Лаборатория [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа : [http://rfsaw.ru/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=37&Itemid=730&lang=ru](http://rfsaw.ru/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=37&Itemid=730&lang=ru). – Дата доступа : 10.02.2017.